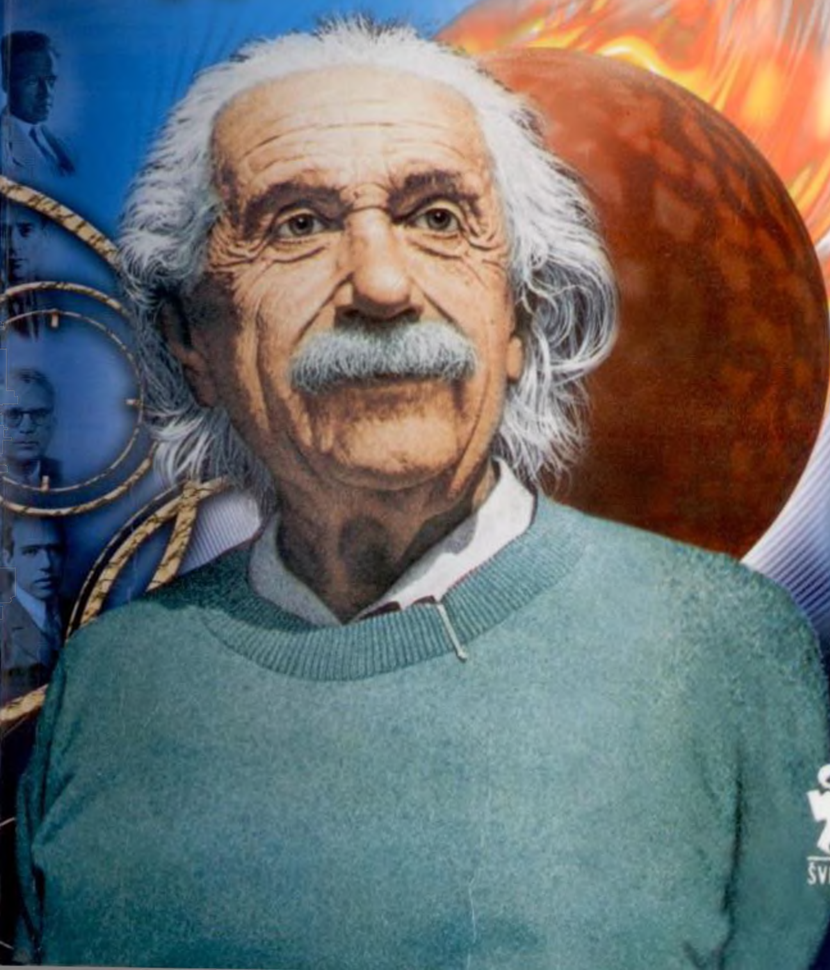
ROMUALDAS KARAZIJA

Įžymūs FIZIKAI ir jų atradimai



ŠVIESA

Recenzavo doc. ALFONSAS RIMEIKA
ir mokytoja ekspertė DANUTĖ USORYTĖ

Pirmasis leidimas 2002

Karazija, Romualdas
Įžymūs fizikai ir jų atradimai/Romualdas Karazija. — Kaunas: Šviesa, 2002. — 192 p.: iliustr.
Asmenvardžių r-klė: p. 188—190. — Bibliogr., p. 191.

Leidinyje apžvelgiamas 36-ių įžymių įvairių šalių ir epochų fizikų mokslininkų gyvenimas, mokslinė veikla ir padarytų atradimų reikšmė tolesnei fizikos raidai.
Knyga skiriama mokiniams, studentams, mokytojams, visiems, kas domisi mokslo istorija.

Pratarmė

Žymiausi mokslininkai daro didžiulę įtaką mokslo raidai — jie lemia mokslo šuolius ir revoliucijas, pirmieji įžvelgia nežinomybės kontūrus. Fizika, tirianti bendriausius gamtos dėsningumus, visais laikais traukė genijus, tad jos kūrėjų gretoje — įžymiausi pasaulio mokslininkai Archimedas, Galilėjus, Niutonas, Einšteinas ir kiti, kurie turėjo didelę įtaką ne tik fizikos, bet ir kitų mokslų, visos mūsų civilizacijos raidai. Tai nepaprastai įdomios ir labai skirtingos asmenybės, kurių gyvenimas ir titaniškos pastangos suprasti pasaulį ne tik žavi, bet ir suteikia abstraktiems fizikos dėsniams papildomą — žmogiškąjį — matavimą.

Ne vienam skaitytojui, ko gero, kils klausimas, kodėl pateiktos būtent 36 žymiausiųjų fizikų biografijos. Be abejo, jų skaičių būtų galima lengvai padidinti ligi 50 ar net viso šimto. Jį apribojo leidyklos pasiūlyta knygos apimtis. Tad autorius iš pradžių sudarė gerokai ilgesnį sąrašą, o paskui apgailestaudamas jį trumpino. Ką palikti ir ką išbraukti, lėmė įvairūs kriterijai: atliktų svarbiausių atradimų skaičius bei jų dėsningumas ar atsitiktinumas, įtaka mokslo raidai, netgi asmenybės žavesys. Matyt, pasireiškė ir subjektyvi autoriaus nuomonė, kito fiziko sudarytas sąrašas, be abejo, skirtųsi (nors didžioji jo dalis tikrai sutaptų).

Aišku, buvo galima didinti biografijų skaičių, mažinant jų apimtį, tačiau tada tektų atsisakyti įdomiausių faktų, paliekant pagrindines sausas žinias. Tad apimtis buvo nustatyta parinkus tam tikrą pusiausvyrą tarp įdomumo ir informatyvumo.

Biografinės žinios knygoje persipina su atradimų aprašymais, kurie bus įdomesni, jei skaitytojas prisimena pagrindinius fizikos dėsnius. Šio mokslo idėjų ir atradimų istorija daug plačiau aprašyta to paties autoriaus vadovėlyje aukštųjų mokyklų studentams „Fizikos istorija", kuris netrukus irgi turėtų išvysti šviesą. Tačiau jame beveik neminimos mokslininkų biografijos, tad ši knyga yra tarsi populiarus vadovėlio įvadas ar priedas.



DEMOKRITAS
(460—370 pr. Kr.)

SENOVĖS GRAIKAI PIRMIEJI ATSKYRĖ MOKSLO ŽINIAS NUO RELIGIJOS IR ĖMĖSI AIŠKINTI PASAULIO SANDARĄ BEI JO RAIDĄ RACIONALIOMIS PRIEŽASTIMIS. TAI IR YRA LAIKOMA MOKSLO PRADŽIA.

Pajutę proto galią, graikų išminčiai stengėsi iš karto sukurti bendrą mokslo sistemą, tačiau mokslo žinių buvo dar nedaug, be to, jos netikslios, todėl kiekvienas žymus graikų filosofas įžvelgdavo vis kitą pirminį pasaulio pradą — vandenį, orą, žemę, ugnį ir pan. Arčiausiai tiesos, atitinkančios šiuolaikinės fizikos požiūrį, priėjo Leukipas ir jo mokinys Demokritas, kurie iškėlė idėją, kad viskas yra sudaryta iš atomų ir tuštumos. Deja, ši pirmoji fizikos hipotezė pasirodė esanti per ankstyva (kaip ir Aristarcho mokymas, kad Žemė yra viena iš Saulės planetų), tad atomizmas buvo ne tik kritikuojamas ir neigiamas, bet ir naikinami jo kūrėjų veikalai, stengiamasi ištrinti jų atminimą. Iš Leukipo veikalų išliko viena vienintelė frazė, o iš daugiau kaip penkiasdešimties Demokrito veikalų neišliko nė vieno, tačiau atskirų frazių ar jo minčių atpasakojimų galima rasti kituose senovės kūriniuose, dažniausiai kritikavusiuose atomizmą. Negalima netgi išskirti Leukipo ir Demokrito pažiūrų, manoma tik, kad Leukipo buvo pirminės idėjos, o Demokritas jas išplėtojo ir sukūrė vieningą atomizmo mokymą. Tad apie Demokritą paprastai kalbama kaip apie pagrindinį atomų idėjos autorių.

Demokritas (Demokritos) gimė apie 460 m. pr. Kr. Abderos mieste — graikų kolonijoje, įsikūrusioje Egėjo jūros pakrantėje Trakijoje

(dabar Šiaurės Graikija). Nors abderiečiai buvo to meto graikų anekdotų herojai, kaip gana ribotų interesų žmonės, jie sėkmingai vertėsi prekyba. Abderoje kūrė filosofai Protagoras ir Leukipas, čia kurį laiką gydė garsusis gydytojas Hipokratas. Demokrito tėvas buvo turtingas ir įtakingas miestietis. Anot legendos, pas jį žygio į Graikiją metu puotavęs Persijos karalius Kserksas (tuo metu Abdera buvo Persijos sąjungininkė). Atsidėkodamas už vaišingumą, Kserksas palikęs Demokrito tėvui keletą savo išminčių — magų ir chaldėjų, kurie tapo jo sūnų mokytojais. Demokritas, skirtingai nei jo broliai, nebuvo linkęs į prekybą ar žemės ūkį, jis mokėsi pas Abderos filosofą Leukipą ir mėgo atsiskyręs vienumoje, netgi užsidaręs kapų rūsyje, mąstyti bei užrašinėti kylančias mintis.

Po tėvo mirties trys broliai pasidalijo didelį palikimą. Demokritas pasiėmė mažesnę dalį, užtat grynais pinigais. Šie sudarė jam galimybę įgyvendinti savo svajonę — apkeliauti kitas šalis ir pasimokyti iš jų išminčių. Demokritas lankėsi pas Egipto žynius, Persijos ir Babilonijos astrologus bei magus, anot kai kurių šaltinių, pasiekė net Indiją ir Etiopiją. Vėliau jis dar viešėjo to meto graikų kultūros centre Atėnuose. Iš viso Demokrito kelionės truko daugiau kaip aštuonerius metus. Taigi jis turėjo pagrindą girtis tėvynainiams: „Aš apvažiavau daugiau Žemės negu kas nors iš mano amžininkų, kruopščiai tyrinėdamas ją, mačiau daugiau nei kiti žmonių ir šalių ir kalbėjau su didžiausiu skaičiumi mokytų vyrų".

Deja, Demokritas praleido visą paveldėtą tėvo turtą, o tai abderiečiai laikė nedovanotinu nusikaltimu. Iškviestas į teismą, Demokritas, užuot teisinęsis, ėmė skaityti savo veikalą „Didžioji pasaulio sandara" („Megas Diakosmos"). Teisėjai, sužavėti Demokrito minčių, ne tik jo nenubaudė, bet dar ir apdovanojo pinigais tolesniam gyvenimui bei kūrybai. Kai kurių šaltinių duomenimis, netgi buvo nutarta gyvam filosofui pastatyti paminklą.

Paskui ilgus metus Demokritas gyveno Abderoje. Jis garsėjo kaip vienas mokyčiausių ir išmintingiausių graikų filosofų, netgi buvo laikomas pranašautoju, gebančiu numatyti orus ir būsimą derlių. Demokritą vadino besijuokiančiu filosofu, nes jis nuolat šaipėsi iš žmonių silpnybių, garbės ir turto troškimo, įžvelgdamas juose tik tuštumą ir nepaliaujamą atomų judėjimą. Tiesa, kai kas dėl to jį vadino bepročiu. Didžiausiu gyvenimo džiaugsmu Demokritas laikė apmąstymus apie pasaulio sandarą. Plačiai žinomas jo aforizmas, kad jis verčiau rinktųsi vienos priežasties atradimą negu Persijos sostą.

Visą savo gyvenimą Demokritas plėtojo mokymą apie atomus. Anot jo, atomai yra mažiausios medžiagos dalelės, nedalomos ir nekintamos. Atomai skiriasi vieni nuo kitų savo forma, dydžiu ir padėtimi. Tuo tarpu

spalva ir skonis atsiranda atomams veikiant žmogaus jutimo organus (taip teigia ir šiuolaikinis mokslas). Atomus įsivaizduodamas kaip kietas daleles, Demokritas manė, kad jie sukimba vieni su kitais jų šonuose esančiais kabliukais ar nelygumais ir taip sudaro įvairias medžiagas bei daiktus. Atomai juda begalinėje tuščioje erdvėje. Tuštuma yra tokia pat nauja ir svarbi Leukipo bei Demokrito idėja, kaip ir atomai — ligi tol erdvė buvo įsivaizduojama pripildyta ko nors, bent jau oro. Begalinė tuštuma — tai arena, kurioje atomai juda, jungiasi ir skiriasi, taip nekintami atomai sudaro kintančią reiškinių įvairovę.

Demokritas įžvelgė esminę atomų ypatybę — jie be perstojo netvarkingai juda. Dabar tas chaotiškas judėjimas siejamas su šiluma. Demokritas manė, jog atomai priversti nuolat judėti, nes tuštuma neturi nei viršaus, nei apačios, nei ribų, todėl atomai negali kur nors telktis.

Demokritas rėmėsi kai kuriais stebėjimais, pavyzdžiui, kūnų spūdumo. Vis dėlto jis, kaip ir kiti to meto graikų filosofai, manė, kad stebėjimai suteikia vien „tamsųjį“ pažinimą, žmogaus pojūčiai dažnai būna klaidingi ir tik loginiu mąstymu galima atskleisti tikrąją reiškinių esmę. Tik daug vėliau mokslininkai įsitikino, kad, nesiremiant faktais, neįmanoma įžvelgti gamtos paslapčių, kad gamtos įvairovė bei harmonija pranoksta žmogaus vaizduotę ir vien loginiu mąstymu jos neįmanoma vienareikšmiškai nustatyti. Tad Demokritas, neturėdamas jokių faktų, liudijančių apie atomų savybes, gana naiviai ir supaprastintai įsivaizdavo atomus ir tai, kaip jie lemia daiktų bei reiškinių savybes. Antai jis teigė, kad ugnies atomai yra labai maži ir apvalūs, todėl ugnis degina, nuolat juda ir visur skverbiasi. Didesni yra oro atomai, dar didesni — vandens ir didžiausi — žemės atomai, todėl žemė esanti sunkiausia iš tų visų medžiagų.

Demokritas teigė, kad mūsų pasaulis yra susidaręs iš didžiulio atomų sūkurio. O kadangi tuštuma begalinė, tai egzistuoja ir kiti pasauliai. Kai kurie jų neturi Saulės ir Mėnulio, kitų saulės ir mėnuliai yra didesni už mūsų arba jų daugiau. Vieni pasauliai išnyksta, kiti atsiranda. Kaip matome, Demokritas įspėjo kai kurias Visatos sandaros ypatybes.

Įdomi yra Demokrito pasiūlyta regėjimo hipotezė. Šviesa — vienas iš sudėtingiausių fizinių reiškinių, tad išprotauti jos prigimtį tais laikais buvo neįmanoma. Senovės Graikijoje paplito Pitagoro aiškinimas, jog šviesa — tai akių spinduliai, kurie apšviečia daiktus ir, atsispindėję nuo jų, grįžta į akis. Demokritas manė, kad nuo kiekvieno kūno nuolat atsiskiria plonyčiai atomų sluoksniai, kurie sklinda į visas puses dideliu greičiu ir, pakliuvę į akis, perduoda joms daikto atvaizdą.

Demokritas buvo universalus mokslininkas — jis parašė veikalų taip pat iš matematikos, astronomijos, geografijos, etikos, karybos, biologijos, žemdirbystės, t. y. praktiškai iš visų to meto mokslo sričių, iškeldamas vertingų idėjų. Pavyzdžiui, jis manė, kad gyvybė Žemėje atsirado drėgname dumble. Veikiamas šilumos, dumblas pradėjo rūgti ir pūti, jame susidarė burbulai, kuriuose ir išsirutuliojo pirmos gyvosios būtybės. Anot Demokrito, tarp jų buvo daug išsigimėlių ir baidyklių, kurios ilgainiui išmirė, o likusios prisitaikė plaukioti vandenyje, gyventi sausumoje ir skraidyti ore.

Demokritas išgyveno apie 90 metų. Net žiloje senatvėje jis išliko kūrybingas, nors ir apako. Kai kurie senovės autoriai rašė, kad filosofas apakino pats save, nukreipęs įgaubtu metalo veidrodžiu saulės spindulius sau į akis, idant regėjimas jam netrukdytų mąstyti apie tikrąsias reiškinių priežastis. Tai, matyt, tik legenda, iliustruojanti filosofo požiūrį į „tikrąjį" ir „tamsųjį" pažinimą.

Demokrito mokymas netgi senovės graikams, kurių tikėjimas nebuvo fanatiškas, atrodė per daug laisvamaniškas ir įžeidžiantis dievus. Ypač daug kritikos susilaukė iš šio mokymo išplaukianti išvada, kad visus reiškinius lemia atomų judėjimas, ne žmonių ar net dievų valia (Demokritas vis dėlto pripažino dievų egzistavimą, bet teigė, kad jie yra labai stabilūs atomų dariniai). Filosofams paradoksali atrodė prielaida, kad egzistuoja tuštuma, arba niekas. Vėlesni graikų filosofai, iš jų Platonas ir Aristotelis, griežtai kritikavo atomizmą. Platonas netgi ragino deginti Demokrito veikalus. Kai kurie jų išliko ligi III—V a., o tada, matyt, buvo sunaikinti ankstyvosios krikščionybės šalininkų, kovojusių su pagoniška graikų kultūra ir ypač atomizmu.

Vis dėlto Demokrito idėjos išliko. Jas pratęsė graikų filosofas Epikūras, gyvenęs maždaug šimtmečiu vėliau. Epikūro mokymą gražiomis eilėmis aprašė romėnų poetas Lukrecijus Karas (94—51 m. pr. Kr.). Jo poema „Apie daiktų prigimtį" irgi vos išliko — vienas jos egzempliorius rastas 1418 metais. (1964 m. ji buvo išleista ir lietuvių kalba.) XVII a. atomų idėja atgimė kaip netiesioginiais faktais paremta hipotezė, bet tik XX a. pradžioje buvo gauti neginčijami jų egzistavimo įrodymai.



ARISTOTELIS
(384—322 pr. Kr.)

ARISTOTELIS — VIENAS ŽYMIAUSIŲ IR UNIVERSALIAUSIŲ VISŲ LAIKŲ MOKSLININKŲ. JIS LAIKOMAS DAUGELIO MOKSLŲ, TARP JŲ IR FIZIKOS, PRADININKU. TIESA, ARISTOTELIO FIZIKA DAR NEBUVO ATSISKYRUSI NUO FILOSOFIJOS (SUDARĖ JOS DALĮ — GAMTOS FILOSOFIJĄ) IR NEBUVO TAPUSI TIKSLIUOJU MOKSLU.

Aristotelis (Aristoteles) gimė 384 m. pr. Kr., arba pagal graikų laiko skaičiavimą — pirmaisiais metais po 98-ųjų olimpinių žaidynių, Stagyre, nedideliame graikų mieste-valstybėje tarp to meto Makedonijos ir Trakijos, netoli nuo Demokrito Abderos. Jo tėvas Nikomachas buvo garsus gydytojas, kilęs iš senos gydytojų giminės, savo protėviu laikiusios legendinį gydytoją pusdievį Asklepijų (tuo tikėjo ir Aristotelis). Tais laikais gydytojai buvo labai gerbiami. Nikomachui tapus Makedonijos karaliaus gydytoju, Aristotelis žaisdavo kartu su sosto įpėdiniu, būsimuoju Pilypu II. Vaikystėje Aristotelis truputį šveplavo (vėliau šio trūkumo atsikratė), buvo neišvaizdus, mažų akių. Jis padėdavo savo tėvui gaminti vaistus ir gydyti ligonius. Būdamas 15 metų, Aristotelis neteko tėvų. Jo globėjas po kelerių metų išsiuntė talentingą jaunuolį mokytis į garsiausią to meto graikų filosofijos mokyklą — Platono akademiją Atėnuose.

Šešiasdešimtmetis Platonas tuo metu buvo pasiekęs savo šlovės viršūnę. Jo mokymas, kad pagrindinę pasaulio realybę sudaro idėjos, o daiktai yra tik netobuli jų atvaizdai, susilaukė daugelio šalininkų. Vis dėlto Platonas buvo gana tolerantiškas, palaikė ir net skatino savo mokinių nuomo-

nių įvairovę, diskusijas. Aristotelio ir Platono santykiai — daugelio studijų objektas. Greitai įvertinęs filosofinius jaunuolio gabumus, Platonas netrukus pavedė jam skaityti retorikos kursą. Antra vertus, mokytojas sakė, kad Aristoteliui reikalinga ne lazda, kaip kai kuriems kitiems mokiniams, bet pakinktai. Aristotelis pats atkakliai ieškojo atsakymų į jam kylančius klausimus ne tik Platono ir kitų filosofų raštuose, bet ir atidžiai stebėdamas bei analizuodamas visuomenės ir gamtos reiškinius, stengėsi pagrįsti savo išvadas ne tik loginiais argumentais, bet ir faktais. Yra žinomas Aristotelio aforizmas „Nors ir Platonas, ir tiesa man brangūs, bet šventa pareiga man liepia atiduoti pirmenybę tiesai". Vis dėlto Aristotelis labai gerbė Platoną ir laikė save jo mokiniu. Imdamas pavyzdžiu Platono veikalus, parašytus dialogo forma, jis ir pats jaunystėje rašė filosofinius dialogus, kurių didžioji dauguma neišliko. Platono akademijoje Aristotelis išbuvo dvidešimtį metų ir išėjo iš jos tik mokytojui mirus, kai mokyklos vadovo vietą kartu su Akademijos turtu paveldėjo vidutinių gabumų Platono giminaitis.

Vėliau šešerius metus Aristotelis gyveno Mažosios Azijos mieste Asoje bei netoli jos esančioje Lesbo saloje, globojamas šios graikų valstybėlės valdovo Hermėjo Atarniečio, vedė jo įdukrą. Būtent čia susiformavo savarankiškos Aristotelio pažiūros, ir jis ėmėsi kurti savąją mokslo sistemą, pagrįstą ne išankstinėmis idėjomis, o stebėjimais ir faktais. Aristotelis nuosekliai tyrinėjo gamtą, aprašinėjo gyvūnus bei augalus. Manoma, kad čia jis brandino ir mintis apie bendrus negyvosios gamtos dėsningumus, kurie vėliau buvo aprašyti jo fizikos veikaluose.

343 m. pr. Kr. Makedonijos karalius Pilypas II pakvietė Aristotelį atvykti į Makedonijos sostinę Pelę ir būti jo sūnaus, sosto įpėdinio, auklėtoju. Būsimasis pasaulio užkariautojas Aleksandras Makedonietis tuo metu buvo trylikos metų, labai gražus, bet užsispyręs, ūmaus būdo ir nepaprastai ambicingas berniukas. Aristotelis rado su juo bendrą kalbą, įdiegė Aleksandrui meilę filosofijai ir poezijai (vėliau savo žygių metu Aleksandras vežiojosi nedidelę biblioteką, o Homero „Iliadą" laikė kartu su durklu po savo pagalve), bet, aišku, negalėjo pakeisti jo būdo bruožų. O Aleksandro siekius sukurti galingą Graikiją, sutriuškinti nuolatinį jos priešą Persiją ir užkariauti pasaulį galbūt skatino ne tik tėvo pradėti sėkmingi žygiai, bet ir Aristotelio mintys apie graikų tautos išskirtinumą, ypatingą jos misiją. Anot senovės istoriko Herodoto, Aleksandras sakęs: „Aristotelį aš gerbiu kaip ir savo tėvą, nes tėvui esu dėkingas už gyvenimą, o Aristoteliui — už tai, kas suteikia gyvenimui prasmę".

Aleksandro auklėjimas faktiškai baigėsi po trejų metų, kai tėvas ėmė dalytis su juo valdžia, nors Aristotelis gyveno karaliaus dvare dar kelerius metus, kol, žuvus Pilypui II, Aleksandras tapo Makedonijos karaliumi.

Penkiasdešimtmetis Aristotelis grįžo į Atėnus ir įkūrė čia savo filosofijos mokyklą. Kadangi jis nebuvo Atėnų pilietis, tai galėjo išsinuomoti patalpas mokyklai tik užmiestyje, sename gimnazijuje (pastate, skirtame gimnastikos pratimams), greta Apolono Likėjiečio šventyklos — iš čia kilo mokyklos pavadinimas Likėjus. Trylika vadovavimo šiai mokyklai metų — brandžiausias ir vaisingiausias Aristotelio kūrybos laikotarpis. Rytais jis, vaikščiodamas parko alėjomis su nedideliu būreliu labiausiai pasirengusių klausytojų, dėstė jiems sunkiausius savo filosofijos klausimus, mokslo problemas svarstydavo su artimiausiais draugais ir per pietus, o vakare skaitydavo populiaresnes paskaitas visiems norintiems. Jis pats bei jo mokiniai vykdė įvairius tyrimus ir stebėjimus, pasitelkdami turtingą Likėjaus biblioteką ir kolekcijas. Mokyklai įkurti nemažai pinigų buvo skyręs Aleksandras Makedonietis. Jis ir vėliau ją rėmė, siuntė įvairias įdomybes, aptiktas svetimose šalyse. Vis dėlto Aristotelis negalėjo nutylėti savo nepritarimo, jo mokiniui tampant žiauriu tironu, perimant barbarų papročius, reikalaujant dieviškos pagarbos. Tai gadino jų santykius. (Po staigios Aleksandro mirties tarp įvairių gandų Graikijoje plito versija, kad būtent Aristotelis sutaisė nuodų savo auklėtiniui, išdavusiam graikų idealus.)

Aristotelis iškėlė sau titanišką uždavinį — apibendrinti ankstesnių kartų žinias, savo ir mokinių surinktus bei susistemintus faktus ir sukurti visaapimančią mokslo sistemą. Stebina nepaprastas Aristotelio darbštumas ir erudicija. Antai, apibendrindamas teisės žinias, jis su mokiniais išnagrinėjo 158-ių Graikijos ir barbarų valstybių sistemas. Jo veikaluose aprašyta apie 500 gyvūnų rūšių. Norėdamas pagrįsti nuomonę, kad Nilo potvyniai kyla dėl gausių liūčių jo aukštupio kalnuose, Aristotelis paprašė Aleksandro Makedoniečio pasiųsti į tas vietas žvalgus, kurie patikrintų hipotezę ir pan.

Vadovaudamas Likėjui, Aristotelis parašė per šimtą veikalų. Atrodo, tai vienam žmogui sunkiai įmanomas dalykas. Tačiau daugelis jų yra paskaitų konspektai, užrašyti paties Aristotelio ar jo klausytojų. Jie yra lakoniški, nenudailintos formos, jų tikslas — trumpai išdėstyti pagrindines idėjas. Veikalai apėmė visą to meto mokslą ir gerokai išplėtė jo ribas.

Aristotelis laikomas daugelio mokslų — biologijos, fizikos, logikos, poetikos, psichologijos ir kitų — pradininku, nes jis pirmasis susistemino tų sričių žinias, iškėlė svarbių idėjų. Anot F. Bekono, kaip Aleksandras užkariavo visas tautas, taip Aristotelis sujungė visus ankstesnius mokymus, sukurdamas moksle savotišką monarchiją.

Aristotelis pirmasis pažvelgė į gamtą kaip į mokslo tyrimų objektą. Jis išskyrė mokslą apie bendriausius negyvosios gamtos dėsningumus ir aprašė jį veikaluose „Fizika", „Apie dangų", „Apie atsiradimą ir išnykimą", „Meteorologika". Fizikos vardas kilo iš graikų kalbos žodžio *physis* — gamta. Iš pradžių šiam mokslui skirtą pagrindinį veikalą Aristotelis ir jo mokiniai vadino „Apie fizikos principus", vėliau sutrumpėjęs jis virto „Fizika".

Aristotelis atmetė Demokrito idėją apie tuštumos bei nestebimų atomų egzistavimą ir grįžo prie keturių pojūčiais suvokiamų pradų: ugnies, oro, vandens ir žemės. Kadangi danguje, skirtingai nei Žemėje, niekas nesikeičia, vyksta amžinas judėjimas, tai Aristotelis įvedė penktą elementą — eterį, iš kurio esą sudaryti dangaus kūnai.

Remdamasis stebėjimais, Aristotelis atsisakė ir drąsios Pitagoro mokinio Filolajaus idėjos, kad Žemė yra viena iš planetų, bei Platono hipotezės, kad Žemė sukasi apie savo ašį. Aristotelis pateikė tokius kontrargumentus. Jei suktųsi Žemė, išmesti aukštyn daiktai kristų ne statmenai žemyn, o nukryptų priešinga Žemės sukimuisi linkme (iš tikrųjų daiktai sukasi kartu su Žeme iš inercijos, bet ji dar nebuvo atrasta). Dėl metinio Žemės sukimosi žvaigždžių padėtys per metus turėtų keistis (tačiau jos yra nepaprastai toli, todėl tas nedidelis žvaigždžių poslinkis buvo aptiktas daug vėliau). Taigi Aristotelis teigė, kad pasaulio centre yra nejudanti Žemė, ją supa vanduo, oras ir ugnis, o už Mėnulio prasideda eteris, iš kurio esą sudaryti dangaus kūnai ir kelios besisukančios dangaus sferos su pritvirtintomis prie jų žvaigždėmis ir planetomis. Antra vertus, iš apvalaus Žemės šešėlio Mėnulio užtemimo metu Aristotelis padarė teisingą išvadą, kad Žemė yra rutulys, ir net gana tiksliai įvertino jo spindulį. Kaip matome, stebėjimų ir kasdienės patirties apibendrinimas ne visada vedė į tikrą žinojimą. Neretai regimybė be pakankamos kritinės analizės buvo priimama vietoj neįprastos tiesos.

Taip nutiko, Aristoteliui nagrinėjant kūnų judėjimą. Žemėje kiekvienas pajudintas kūnas sustoja, tad Aristotelis padarė išvadą, kad tokiam priverstiniam judėjimui reikalinga jėga (mes žinome, jog tai prieštarauja pirmajam Niutono dėsniui, tačiau jis galioja idealizuotam judėjimui, o Aristotelis nagrinėjo realų judėjimą veikiant trinčiai). Norėdamas paaiškinti, kodėl vis dėlto garai ar ugnis patys kyla aukštyn, o sunkūs daiktai krinta žemyn, Aristotelis padarė nepagrįstą išvadą, kad tokio „natūralaus" judėjimo priežastis yra kūnams būdingas siekimas užimti jiems skirtą vietą: lengvi kūnai kyla prie dangaus sferų, o sunkūs stengiasi artėti prie Žemės centro. Tuo tarpu dangaus kūnams būdingas natūralus judėjimas,

t. y. sukimasis ratu. Apibendrindamas žinomą dėsningumą, kad sunkesnis kūnas ore krinta greičiau nei lengvesnis, Aristotelis išvedė bendrą dėsnį: kūno kritimo greitis yra proporcingas to kūno svoriui. Iš tikrųjų netgi tais laikais, atlikus paprastus bandymus, buvo galima įsitikinti šio dėsnio netikslumu, bet tai nebuvo padaryta patikėjus paprastu sąryšiu.

Savo fizikos veikaluose Aristotelis pateikė kai kurių teisingų žinių iš akustikos (pvz., aidas yra garso atspindys), optikos (šviesos atspindžio dėsnis, vaivorykštės susidarymas dėl šviesos atspindžio; tiesa, kaip dabar žinome, tas atspindys turi būti dvigubas) ir kt. Vis dėlto, remdamasis labai netiksliais stebėjimais, logikos, bet ne matematikos apibendrinimo būdais ar netgi pakeisdamas juos filosofiniais argumentais, Aristotelis žengė tik pirmuosius žingsnius bendrų gamtos dėsningumų pažinimo link. Tačiau tais laikais pirmosios fizikos sukūrimas buvo titaniškas laimėjimas.

Kūrybingą Aristotelio veiklą Likėjuje nutraukė antimakedoniškas sukilimas Atėnuose, įvykęs po Aleksandro Makedoniečio mirties. Aristoteliui, kaip tirono auklėtojui ir bičiuliui, grėsė griežta bausmė. Filosofas pabėgo į savo motinos gimtinę — Eubojos salą, kur po poros mėnesių mirė nuo ilgai jį varginusios skrandžio ligos. Tuo metu Aristotelis ėjo 63-iuosius metus.

Aristotelio mokslo sistema turėjo didžiulę įtaką tolesnei mokslo raidai. Jo fizika sudarė šio mokslo pagrindą net ligi XVI amžiaus pabaigos.



ARCHIMEDAS
(287—212 pr. Kr.)

ARCHIMEDAS — GENIALUS MATEMATIKAS, FIZIKAS IR INŽINIERIUS. JIS ATRADO PAGRINDINIUS STATIKOS IR HIDROSTATIKOS DĖSNIUS IR PIRMASIS ĖMĖ TAIKYTI FIZIKOJE MATEMATINIUS METODUS BEI FIZIKOS ŽINIAS PRAKTIKOJE.

Archimedas (Archimedes) gimė 287 m. pr. Kr. Sirakūzuose, didžiausiame Sicilijos mieste. Jo tėvas Fidijus buvo astronomas ir matematikas, giminiavosi su Hieronu, netrukus tapusiu Sirakūzų bei dalies Sicilijos valdovu ir gana išmintingai valdžiusiu 55 metus. Derlinga ir turtinga Sicilija masino galingus kaimynus — romėnus ir kartaginiečius. Būtent dėl šios salos 264 m. pr. Kr. prasidėjo Pirmasis pūnų karas. Sirakūzai buvo apsupti, bet Hieronas atsipirko didele duokle, ir paskui penkiasdešimt metų truko taikus laikotarpis.

Apie Archimedo gyvenimą, ypač apie pirmąją jo pusę, žinoma labai mažai. Mokslininko biografija, parašyta jo mokinio, deja, neišliko. Astronomijos bei matematikos (ji tuo metu buvo taikoma tik astronomijoje) Archimedą, matyt, išmokė tėvas. Filosofija ir humanitariniais mokslais Archimedas nesidomėjo, gal tėvas nesuteikė jam tokio išsilavinimo, bet greičiau pats jaunuolis nerodė tam polinkio.

Archimedo astronominių veikalų neišliko. Žinoma tik jo „dangaus sfera“ — sudėtingas mechaninis įrenginys, įgalinęs demonstruoti Saulės ir Mėnulio užtemimus bei planetų judėjimą. Vėliau šis technikos šedevras, kaip karo grobis, buvo išvežtas į Romą.

Archimedas lavinosi garsiausiame to meto mokslo centre Aleksandrijoje. Šis miestas buvo įkurtas Nilo deltoje Aleksandro Makedoniečio kaip jo imperijos sostinė. Makedoniečiui žuvus, Egiptas atiteko jo karvedžiui Ptolemėjui I. Jis savo rūmuose įsteigė biblioteką ir prie jos — muziejų (to meto prasme — mūzų šventovę), kur būrėsi karaliaus išlaikomi mokslininkai. Toje bibliotekoje buvo sukaupta daugybė veikalų graikų ir kitomis kalbomis, čia dirbo daugelis žymiausių to meto mokslininkų. Muziejuje keletą amžių buvo vykdomi nuoseklūs matematikos, astronomijos, medicinos, geografijos ir kitų mokslų tyrinėjimai.

Aleksandrijoje kūrė įžymus matematikas ir fizikas Euklidas. Jo veikale „Pradmenys", parašytame dar prieš Archimedo gimimą, buvo griežtai ir nuosekliai suformuluoti geometrijos pagrindai. Veikalas padarė jaunuoliui didžiulį įspūdį — vėliau jis savo matematikos ir fizikos darbus rašė tokia pačia forma. Euklidas buvo ir geometrinės optikos pradininkas, pagrindines jos žinias išdėstė savo „Optikoje".

Kai Archimedas atvyko į Aleksandriją, Euklidas, deja, jau buvo miręs, tačiau čia tuo metu dirbo žymūs matematikai Kononas ir Erastotenas. Pas juos Archimedas mokėsi, tapo jų draugu ir vėliau palaikė su jais ryšius laiškais.

Muziejuje Archimedas, matyt, gilino ir mechanikos žinias. Tada mechanika buvo vadinamas mokslas apie mašinas, naudojamas teatre, kare ar kaip žaislai didikų rūmuose. Būdamas Egipte, Archimedas sukonstravo vadinamąjį Archimedo sraigtą — paprastą įrenginį vandeniui siurbti ir kelti aukštyn (jį sudarė metalinis sraigtas, besisukantis pasvirusio medinio vamzdžio viduje). Išradimas buvo plačiai taikomas laukams drėkinti bei pelkėtoms vietoms sausinti. Šiaurės Afrikoje jis pasitaiko dar ir šiais laikais. Mažiau tikromis žiniomis, Archimedas Egipte konstravo dambas ir kitus vandens įrenginius apsisaugoti nuo Nilo potvynių ir jo vandeniui sulaikyti.

Tokie taikomieji darbai, nepaisant praktinės jų naudos, tada nebuvo laikomi tikru mokslu, tad Archimedas neaprašinėjo techninių savo išradimų (išskyrus minėtą „dangaus sferą"). Jis pats aukščiausiai vertino savuosius matematikos darbus. Grįžęs į Sirakūzus, mokslininkas atsidėjo matematiniams tyrinėjimams — išvedė formules, apibūdinančias įvairių geometrinių figūrų paviršiaus plotą ir tūrį, sugalvojo spiralę, vadinamą Archimedo spirale, nustatė gana tikslią skaičiaus π reikšmę. Svarbiausiu savo atradimu jis laikė ritinio ir į jį įbrėžto rutulio tūrių bei paviršiaus plotų santykio nustatymą (tai jis pageidavo iškalti savo antkapyje). Anot senovės istoriko Plutarcho, Archimedas, „būdamas užburtas geometrijos, užmiršdavo maistą ir nepaisė savo kūno poreikių. Dažnai jį tekdavo varu maudyti ir trinti tepalais, o jis piešė pelenuose geometrines figūras ir ant

savo išteptos odos pirštu braižė linijas — taip jis buvo įsigilinęs į tuos tyrimus ir tikrai įkvėptas mūzų". Apie savo atradimus Archimedas pranešdavo Kononui bei kitiems Aleksandrijos matematikams; to meto mokslininkų papročiu, jis nepateikdavo įrodymo, kad neatimtų iš jų malonumo patiems atrasti įrodymą.

Su matematiniais Archimedo darbais glaudžiai susiję ir jo fizikos tyrinėjimai. Čia jis pirmasis ėmė taikyti geometrinius įrodymo metodus, o rezultatus pateikdavo kaip lemas ir teoremas. Tuo tarpu atliktus bandymus ir stebėjimus, kurie įgalino nustatyti pradinius faktus ir suformuluoti lemas, Archimedas praleisdavo. To priežastis, matyt, ta pati, kaip ir nutylint techninius išradimus — įsigalėjęs požiūris, kad tik grynu protavimu gaunami rezultatai yra tikrasis mokslas.

Archimedas pirmasis pavartojo svarbią svorio centro (dabar — masės centras) sąvoką. Ją jis apibrėžė kaip kūno tašką, už kurio pakabintas kūnas yra pusiausviras. Taigi Archimedas įžvelgė galimybę, nagrinėjant kūnų pusiausvyrą, juos pakeisti idealizuotais materialiaisiais taškais. Bandymais ir geometriniais metodais mokslininkas nustatė įvairių plokščių ir erdvinių figūrų svorio centrus.

Remdamasis svorio centro sąvoka ir taikydamas idealizacijos metodą, Archimedas įrodė sverto dėsnį. Ligi tol galimybė svertu sumažinti jėgą buvo aiškinama „stebuklinga rato ypatybe". Anot legendos, Archimedas akivaizdžiai pademonstravo Hieronui, kaip, naudodamasis svertu ir kitais paprastaisiais mechanizmais, vienas žmogus gali pakelti nedidelį laivą. Pasigirdamas Archimedas ištaręs savo garsiąją frazę: „Duokite man atramos tašką, ir aš pakelsiu Žemę".

Jau senatvėje Archimedas ėmėsi nagrinėti skysčių savybes ir kūnų plaukiojimo juose sąlygas. Manoma, kad prie šių darbų jį pastūmėjo įdomi problema, kurią mokslininkui pasiūlė Hieronas. Jis buvo užsakęs juvelyrui pagaminti aukso karūną, bet įtarė, kad nesąžiningas meistras įlydė į ją sidabro. Hieronas paprašė Archimedo tai įrodyti nesugadinant pačios karūnos. Daugeliui turbūt žinomas pasakojimas, kaip Archimedas, įlipęs į vonią ir pamatęs išsiliejusį vandenį, staiga suprato, kad skirtingos medžiagos kūnai išstumia skirtingą kiekį vandens, kas įgalino išspręsti karūnos sudėties problemą. Jis iššoko iš vonios ir, šaukdamas „Eureka" („Radau"), nuogas pasileido miesto gatvėmis.

Archimedas nuosekliai ištyrė, kiek palengvėja kūnai, panardinti į skystį, ir kuri plaukiojančių kūnų dalis pasineria skystyje. Sukūręs idealaus skysčio modelį, jis apibrėžė skysčio poveikį panardintam kūnui kaip aksiomą ir iš jos išvedė keletą teoremų, kaip antai: „Kūnas, lengvesnis už skystį, nugrimzta jame tiek, kad skystis, kurio tūris atitinka nugrimzdusią kūno dalį, turėtų svorį, lygų viso kūno svoriui", „Kūnai, lengvesni

už skystį, priverstinai panardinti į tą skystį, bus stumiami į viršų jėga, lygia svoriui, kuriuo skystis, turintis vienodą tūrį, kaip ir kūnas, yra sunkesnis už tą kūną" ir pan. Tie rezultatai buvo aprašyti Aristotelio veikale „Apie plūduriuojančius kūnus". Dėsnis, apibūdinantis jėgą, kuria skystis veikia jame esantį kūną, ir dabar vadinamas Archimedo dėsniu.

Archimedas buvo parašęs ir didelį optikos veikalą „Katoptrika" (taip tais laikais vadinosi optikos dalis, tirianti šviesos atspindį ir atvaizdų susidarymą veidrodžiuose). Deja, jis pražuvo, tad apie Archimedo optikos atradimus galima tik spėlioti.

Gyvenimo pabaigoje Archimedui vėl teko imtis inžinerinių problemų. Romėnai, valdę didelę dalį Sicilijos, ketino užkariauti ir Sirakūzus. Miesto gyventojai iš anksto ruošėsi atremti romėnų puolimą. Tuo metu jau buvo paplitusios karo mašinos tvirtovių sienoms griauti ir sviediniams mėtyti. Archimedas ėmėsi konstruoti įvairias gynybines mašinas, jas gamino Hierono paskirta nagingų meistrų grupė.

214 m. pr. Kr. romėnų kariuomenė iš sausumos ir laivynas iš jūros pusės apsupo Sirakūzus. Romėnai gabenosi nemažai priemonių miesto sienoms įveikti, tad jų vadas konsulas Marcelas gyrėsi užimsiąs miestą per savaitę. Romėnų nuostabai, Sirakūzų gynėjai turėjo gerokai tobulesnes mašinas — jos svaidė akmenis ir strėles dideliu atstumu. Bet labiausiai užpuolikus įbaugino milžiniški kranai geležiniais nagais. Judinami ir valdomi lynais, tie kranai išsikišdavo per sieną ir mesdavo ant puolančiųjų net ketvirčio tonos akmenis arba įsikabindavo į laivą ir, pakėlę vieną jo galą, paskandindavo. Kai kurie istorikai tvirtina, kad laivams padegti buvo naudojami Archimedo sukonstruoti įgaubti metaliniai veidrodžiai. Daugeliu tokių veidrodžių sukoncentravus saulės spindulius į dervuotą laivo šoną, šis imdavęs smilkti ir užsidegdavęs.

Romėnams teko atsitraukti ir pereiti prie ilgalaikės apgulties. Miestą jiems pavyko užimti tik padedamiems išdaviko. Buvo išžudyta daug gyventojų, tarp jų ir Archimedas. Anot legendos, jis tuo metu braižė geometrines figūras, spręsdamas kažkokį uždavinį, ir prašė romėnų kario leisti jam įrodyti teoremą, bet karys nepasigailėjo didžiojo mokslininko. Tuo metu Archimedui buvo 75-eri.

Kai po 136 metų romėnų filosofas ir politikas Ciceronas atvyko į Sirakūzus, Archimedo kapas jau buvo apleistas ir užmirštas, bet jį dar pavyko rasti pagal antkapyje iškaltas geometrines figūras. Pralenkę savo laiką Archimedo fizikos atradimai irgi ilgai buvo užmiršti, jis laikytas grynu matematiku. Europos mokslininkai anksčiau atrado ir įvertino Aristotelį, ir tik XVI a. pabaigoje G. Galilėjus atgaivino ir pratęsė Euklido bei Archimedo pradėtą fizikos, kaip tiksliojo, eksperimentais pagrįsto mokslo, kūrimą.



Viljamas DŽILBERTAS (1544—1603)

IŠ SENOVĖS GRAIKIJOS LAIKŲ TENKA PERŠOKTI Į XVI AMŽIŲ. PER TĄ BEVEIK DVIEJŲ TŪKSTANČIŲ METŲ LAIKOTARPĮ FIZIKOS MOKSLAS BUVO TARSI SUSTOJĘS, NETGI SUGRĮŽĘS ATGAL.

Romėnai mažai domėjosi bendrais gamtos dėsningumais ir nedavė fizikai nieko naujo. VI a. Europą užplūdo barbarai, kurie sugriovė senosios kultūros centrus, sunaikino daugelį rankraščių. Tiesa, dalis veikalų išliko Artimųjų Rytų šalyse. Iš barbarų ir vietinių gyventojų susiformavusios Europos tautos — frankai, ispanai, italai, anglosaksai ir kt., — pasiekusios tam tikrą civilizacijos lygį, XII—XIII a. perėmė iš arabų kai kuriuos senovės graikų veikalus. Didžiausią įspūdį naujiesiems europiečiams padarė Aristotelio mokslo sistema, kuri tapo atgimstančio Europos mokslo pagrindu. Deja, be saiko žavėdamiesi Aristoteliu, mokslininkai atsidėjo jo veikalų aiškinimui bei komentavimui, užuot vykdę naujus mokslinius tyrimus. Mokslas pamažu virto scholastika — tuščiažiedžiu išminties ieškojimu. Tik nedaugelis pralenkusių savo laikmetį mokslininkų — R. Bekonas, Leonardas da Vinčis, M. Kopernikas, Dž. Brunas, V. Džilbertas ir kt. — kritikavo pasenusias mokslo tiesas, ieškojo naujų jo kelių, stengėsi pagrįsti savo išvadas stebėjimais ir bandymais. Tarp šių fizikos ir astronomijos atgimimo pradininkų didžiausią įtaką fizikos raidai padarė anglų mokslininkas V. Džilbertas. Jis pirmasis pradėjo nuosekliai bandymais tirti magnetinius bei elektrinius reiškinius ir taip davė pradžią trečiajai — greta mechanikos ir optikos — fizikos sričiai.

Viljamas Džilbertas (W. Gilbert) gimė 1544 m. gegužės 24 d. Kolčesteryje, rytinėje Anglijos pakrantėje, netoli Londono. Jo tėvas buvo vienas

iš žymiausių miesto gyventojų: vyriausiasis teisėjas, miesto tarybos narys. Baigęs miesto mokyklą, Viljamas įstojo į Kembridžo universiteto šv. Džono koledžą studijuoti mediciną. Tapęs gydytoju, jis netrukus ėmė garsėti Londone, kopė karjeros laiptais. 1569 m. Džilbertas gavo medicinos mokslų daktaro laipsnį, buvo išrinktas koledžo mokslinės draugijos vyresniuoju nariu. Po to jis keliavo po Europą, lankėsi kitų šalių medicinos centruose. V. Džilbertas buvo išrinktas Karališkojo gydytojų koledžo nariu ir čia užėmė įvairias pareigas: inspektoriaus, iždininko, patarėjo ir pagaliau prezidento.

V. Džilbertas buvo linksmas, geranoriškas, plačių interesų žmogus, todėl turėjo daug draugų ir pažįstamų tarp Londono aukštuomenės, mokslininkų, net jūreivių. Jo namuose nuolat rinkdavosi būrelis gamtos mokslų mėgėjų. Tiesa, Džilbertui tapus karalienės Elžbietos (vėliau Jokūbo I) gydytoju ir persikėlus gyventi į karaliaus rūmus, tas būrelis iširo.

V. Džilbertas liko viengungis ir visą laiką skyrė gydymui bei mokslui. Jis domėjosi ne tik medicina, bet ir kitais gamtos mokslais, ypač chemija bei fizika. V. Džilbertas buvo susipažinęs su Koperniko mokymu ir jį propagavo. Sudomintas jūreivių pasakojimų apie kompaso savybes, Džilbertas ėmėsi tyrinėti magnetinius, o vėliau ir elektrinius reiškinius. Norėdami įvertinti jo šios srities rezultatus, prisiminkime, kas buvo žinoma iki Džilberto.

Pirmasis Senovės Graikijos filosofas Talis dar VI a. pr. Kr. žinojo, kad patrintas gintaras traukia šiaudelius, o Mažojoje Azijoje randamas mineralas magnetitas — geležį. Senovės Kinijoje pastebėta, jog magnetinė rodyklė orientuojasi šiaurės-pietų kryptimi, ir išrastas kompasas. XII a. jis per arabus pasiekė Europą ir čia sukėlė nemažą susidomėjimą. Viduramžiais apie neįprastas magneto savybes buvo rašoma visokių nebūtų dalykų (neva jis grąžina jaunystę ir specialiai apdorotas traukia auksą, magneto veikimas susilpnėja naktį, o jo galią galima sustiprinti išmaudžius magnetą ožio kraujyje ir pan.), magnetus plačiai naudojo alchemikai, magai, gydytojai. Kompaso rodyklės orientavimasis buvo aiškinamas Šiaurinės žvaigždės bei dangaus sferos poveikiu rodyklei arba dideliais magnetito klodais, slūgsančiais kažkur prie Žemės ašigalio. Iš daugelio nemokslinių rašinių apie magnetus išsiskyrė 1269 m. italų keliautojo Pjetro Peregrino parašytas ilgas laiškas draugui (tris amžius jis sklido nuorašais ir buvo atspausdintas tik XV a. pabaigoje). Jame pasakojama apie geležies įmagnetinimą, magneto perpjovimą pusiau, gaunant du naujus magnetus, magneto polių stūmą, kompaso savybes ir pan.

V. Džilbertas atliko kelis šimtus įvairių bandymų su magnetais. Jis nustatė, kad padėtas išilgai dienovidinio, kalamas ar tempiamas geležinis

strypas įsimagnetina. Džilbertas taip pat pastebėjo, jog magneto galia padidėja apibarsčius jį geležies pjuvenomis arba pridėjus prie jo geležinį strypelį ir, priešingai, susilpnėja kaitinant magnetą. Pats vertingiausias Džilberto atradimas — įrodymas, kad Žemė yra didžiulis magnetas. Jis pagamino apvalų magnetą ir, stumdydamas jo paviršiuje mažytę magnetinę rodyklę, parodė, jog ši orientuojasi taip pat, kaip ir kompasas Žemės paviršiuje. Tą Žemės modelį Džilbertas vadino terela (mažyte Žeme). Taigi jis drąsiai atmetė Aristotelio teiginį apie dangaus ir Žemės pasaulių skirtingumą ir pirmą kartą panaudojo laboratorinį modelį kosminiams reiškiniams nagrinėti.

Džilbertas nebuvo persekiojamas, kaip daugelis kitų mokslininkų, išdrįsusių skelbti naujus atradimus, prieštaravusius oficialiam mokslui. Tai lėmė dvi priežastys. Pirma, anglikonų bažnyčia nebuvo paskelbusi Aristotelio mokymo neginčijama tiesa, kaip katalikų bažnyčia. Antra, Aristotelis savo veikaluose nenagrinėjo magnetizmo.

Taigi Džilbertui nereikėjo slėpti savo rezultatų, ir jis demonstruodavo bandymus su terela bei magnetais ne tik draugams, bet ir karalienei, jos svečiams bei dvariškiams. O 1600 m. Londone buvo išleistas svarbiausias V. Džilberto veikalas „Apie magnetą, magnetinius kūnus ir didelį magnetą — Žemę". Čia jis aiškiai ir nuosekliai aprašė daugelį savo bandymų, tiesa, dar nevartojo jokių dydžių, apibūdinančių magnetinius reiškinius, netaikė matematinių metodų, tad jo knygoje nėra nei skaičių, nei formulių.

Viename veikalo skyriuje aprašomi ir elektriniai reiškiniai. Džilbertas įrodė, kad gebėjimas traukti lengvus daiktus būdingas ne tik patrintam gintarui, bet ir daugeliui kitų medžiagų, kurias jis pavadino elektringais kūnais (nuo graikiško žodžio *elektron* — gintaras), būtent deimantui, safyrui, ametistui, kalnų krištolui, sierai, stiklui, smalai. Tuo tarpu metalai ir kai kurios kitos medžiagos, anot Džilberto, šios savybės neturi. Jis nustatė, kad elektringi kūnai traukia ne tik šiaudelius, bet ir žemės grumstelius, skiedreles, metalo drožleles ir kt. Be to, elektringiems kūnams aptikti Džilbertas naudojo paprastą, bet gana jautrų prietaisą — ant smaigalio besisukiojančią lengvą rodyklę. Artinama prie patrinto kūno, rodyklė pasisukdavo.

Taigi gintaro savybė pasirodė esanti ne retas kuriozas, bet gana bendras gamtos reiškinys. Džilbertas padarė išvadą, kad egzistuoja nauja ypatinga jėga — elektrinė jėga (paties „elektros" termino jis dar nevartojo).

Palyginęs magnetinius ir elektrinius reiškinius, Džilbertas priėjo išvadą, kad jų prigimtis skirtinga. Jis rėmėsi tokiais šių reiškinių skirtumais:

magnetiniai reiškiniai kūnui būdingi iš prigimties, o elektriniai — gaunami tyrimu, jie silpnesni, bet labiau paplitę negu magnetiniai; magnetinės jėgos yra dvejopos: traukos ir stūmos, o elektrinės — tik traukos (dviejų rūšių elektros egzistavimo Džilbertas dar nežinojo); drėgmė panaikina elektrinę jėgą, o magnetinės neveikia ir pan. Iš tikrųjų elektriniai ir magnetiniai reiškiniai yra glaudžiai susiję, tačiau to giluminio jų bendrumo Džilbertas dar negalėjo įžvelgti. Deja, kategoriška pradininko išvada jo autoritetu buvo įtvirtinta fizikoje ilgam laikui.

Džilberto gautų faktų neužteko bendroms magnetinių ir elektrinių reiškinių teorijoms sukurti. Vis dėlto atradėjas pateikė išgalvotus, ne mažiau fantastinius negu jo pirmtakų aiškinimus. Antai jis rašė, kad iš elektringų kūnų išsiskiria garai, kurie apglėbia lengvus daiktus ir traukia juos prie savo šaltinio.

Antra vertus, Džilbertas iškėlė ir originalią, įdomią idėją, kad planetų sukimosi apie Saulę priežastis yra Saulės veikimas per atstumą, panašus į magneto veikimą. Jis spėjo egzistuojant ir antrą traukos jėgą, kuria Žemė (ar kita planeta) veikia savo dalis. Tai buvo dar netikslus, bet pirmas žingsnis įžvelgiant visuotinę traukos jėgą.

V. Džilberto gauti rezultatai apie elektrinius reiškinius nedaug kuo buvo papildyti per visą XVII a., o apie magnetinius reiškinius — net per du šimtmečius. Jo veikalas „Apie magnetą" ilgą laiką buvo tos srities enciklopedija. Deja, netrukus po jo atspausdinimo mokslininkas mirė per maro epidemiją 1603 m. lapkričio 30 d.

Didžiulius Džilberto nuopelnus fizikai tiksliai įvertino jaunesnis jo amžininkas G. Galilėjus. Jis rašė: „Šlovinu Džilbertą, stebiuosi juo ir jam pavydžiu. Jis išplėtojo vertas nuostabos idėjas apie dalyką, kuriuo domėjosi tiek genialių žmonių, tačiau nė vienas iš jų neištyrė atidžiai. Jis, mano nuomone, nusipelno didžiausio pagyrimo už tai, kad atliko tiek naujų ir tikslių stebėjimų... Aš neabejoju, kad ilgainiui šioje mokslo srityje bus padaryta atradimų, tiek atlikus naujus stebėjimus, tiek taikant griežtą įrodymų metodą. Tačiau tai nesumenkina pirmojo atradėjo garbės. Pakilti nuo paprasčiausių daiktų prie didžiųjų atradimų ir pirmuose vaikiškuose bruožuose įžvelgti paslėptą nuostabų meną nėra paprastų žmonių dalia: tokie praregėjimai ir mintys būdingi didžiausiems genijams".



Galilėjas GALILĖJUS (1564—1642)

TIKRASIS ŠIUOLAIKINĖS FIZIKOS PRADININKAS BUVO G. GALILĖJUS, PIRMASIS IŠ NAUJŲJŲ LAIKŲ MOKSLININKŲ SUVIENIJĘS EKSPERIMENTINIUS TYRIMUS SU GRIEŽTAIS MATEMATINIAIS ĮRODYMAIS IR PADARĘS ESMINIŲ ATRADIMŲ, NUO KURIŲ PRASIDĖJO SPARTUS FIZIKOS KŪRIMAS, VYKSTANTIS LIGI ŠIOL.

Galilėjas Galilėjus (G. Galilei) gimė 1564 m. vasario 15 d. Pizos mieste, tuo metu priklausiusiame Toskanos hercogystei (Šiaurės Italija). Jo tėvas buvo kilęs iš kilmingos, bet nusigyvenusios Florencijos miestiečių šeimos. Apdovanotas muziko talentu, jis grojo įvairiais instrumentais, pats kūrė muziką ir rašė jos teorijos darbus, tačiau, norėdamas išlaikyti šeimą, turėjo verstis privačiomis muzikos pamokomis ir netgi prekiauti gelumbe. Vaikų auklėjimu iš esmės rūpinosi motina, florentietė aristokratė, tad Galilėjas iš mažens buvo mokomas muzikos, meno ir gerų manierų. Jis buvo vyriausias sūnus; be jo, išgyveno dar brolis ir dvi seserys. Berniukas išsiskyrė puikia atmintimi bei įvairiapusiškais gabumais, mėgo konstruoti žaisliukus ir mašinų modelius. Baigęs vienuolyno mokyklą ir pildydamas tėvo norą, jis įstojo į Pizos universitetą mokytis medicinos. Tuo metu medicina irgi rėmėsi Aristotelio bei kitų autoritetų teiginiais, o skrodimai ir chirurgija visai neįėjo į programas. Tuo tarpu Galilėją traukė konkretūs tyrinėjimai. Netgi per pamaldas Pizos katedroje jis stebėdavo didžiulį svyruojantį sietyną ir, savo pulsu matuodamas jo svyravimo periodą, nustatė, kad slopstančio svyravimo periodas nekinta. Šiuos tyrimus Galilėjus tęsė su pakabintais ant siūlų rutuliais ir atrado svyruoklės dėsnį.

Galilėjų sudomino matematika ir fizika, jis susižavėjęs skaitė Archimedo bei Euklido veikalus. Padedamas tėvo draugo, jis šiaip taip įtikino tėvą, kad yra suradęs tikrąjį pašaukimą — tiksliesiems mokslams. Galilėjus metė mediciną ir atsidėjo savarankiškoms matematikos studijoms. Tęsdamas Archimedo darbus, jis nustatė kai kurių erdvinių kūnų svorio centrus, sukonstravo gana tikslias hidrostatines svarstykles. Šių rezultatų aprašymus G. Galilėjus išsiuntinėjo žymiausiems Italijos mokslininkams. Vienas iš jų, įtakingas didikas Gvidobaldas del Montė, sužavėtas jaunuolio rezultatų, padėjo jam tapti Pizos universiteto matematikos dėstytoju.

Galilėjus ėmė tyrinėti kūnų judėjimą, ir tai tapo svarbiausiu jo gyvenimo tikslu. Kaip jis vėliau rašė savo knygoje: „Gamtoje nėra nieko senesnio už judėjimą, bet būtent apie jį parašyta mažai kas reikšminga". Dar kai kurie viduramžių mokslininkai pastebėjo, kad Aristotelio nustatyti judėjimo dėsniai nėra tikslūs, bet būtent Galilėjus pirmasis ėmėsi juos tikrinti bandymais. Mėtydamas iš pasvirusio Pizos bokšto rutulius, jis įrodė, kad to paties dydžio rutuliai, padaryti iš medžio, marmuro ir švino, nukrinta beveik vienu metu. Galilėjus suprato, jog šiek tiek skirtingą sunkesnių ir lengvesnių kūnų greitį lemia oro pasipriešinimas, ir padarė svarbią išvadą: tuštumoje visi kūnai turi kristi vienodu greičiu.

Šie vieši bandymai, taip pat Galilėjaus ginčai su Aristotelio šalininkais sukėlė kolegų nepasitenkinimą. Be to, jis išdrįso neigiamai įvertinti hercogo giminaičio išradimą, tad Galilėjus pasijuto nepageidaujamas Pizos universitete. Mirus tėvui, jis, kaip vyriausias sūnus, turėjo išlaikyti šeimą, o dėstytojo alga buvo maža. Vėl padėjo del Montė, ir 1592 m. Galilėjui pavyko gauti profesoriaus vietą Paduvos universitete netoli Venecijos.

Aštuoniolika metų, praleistų Paduvoje, Galilėjus vadino laimingiausiais savo gyvenimo metais. Tai buvo ir kūrybingiausias jo veiklos laikotarpis. Galilėjus susipažino su gražia venecijiete Marina Gamba, su ja susilaukė trijų vaikų, bet vedybos oficialiai nebuvo įteisintos, ir vėliau jie išsiskyrė.

Galilėjus tapo pripažintu mokslininku, matematikos ir technikos žinovu. Įdomios bei gyvos jo paskaitos universitete sutraukdavo daugybę klausytojų. Antra vertus, Galilėjus pasidarė atsargesnis ir susilaikydavo nuo aštrios scholastinio mokslo kritikos. Jis atskleisdavo šio mokslo prieštaravimus ir nurodydavo naujus faktus, bet išvadas palikdavo pasidaryti patiems klausytojams.

Galilėjus įsirengė mechanikos bei optikos dirbtuves ir pats su pagalbininku konstravo įvairius prietaisus. Jis išrado termoskopą — pirmąjį termometrą, dar neturėjusį skalės, hidraulinį presą, vandens kėlimo įrenginį (užpatentuotą Venecijos respublikoje) ir kt. Ne tik Italijoje, bet ir

visoje Europoje paplito Galilėjaus išrastas proporcingasis skriestuvas — paprastas mechaninis apytikslio skaičiavimo prietaisas (logaritminės liniuotės pirmtakas). Galilėjus konsultuodavo Venecijos vyriausybę statybų ir karo technikos klausimais, lankydavosi garsiajame Venecijos arsenale bei dirbtuvėse, kur patardavo meistrams ir domėdavosi jų patyrimu. Paduvoje Galilėjus nustatė tikrąjį kūnų kritimo dėsnį. Ore laisvai krisdami kūnai greitai įgyja didelį greitį, kurio nebuvo įmanoma išmatuoti to meto priemonėmis. Tačiau Galilėjui atėjo išganinga mintis, kad kritimą galima sulėtinti naudojant nuožulniąją plokštumą. Jis nustatė, kad per laiko tarpus, lygius 1, 2, 3, 4, ... vienetams, rutuliukas nurieda kelią, lygų 1, 4, 9, 16, ... ilgio vienetų, paskui teoriškai įrodė šį dėsningumą atitinkančią kvadratinę priklausomybę $s \sim t^2$. Mokslininkas išsprendė ir seną, daugelio pirmtakų neįveiktą problemą — kokia trajektorija juda kampu į horizontą mestas kūnas, pavyzdžiui, patrankos sviedinys. G. Galilėjus įžvelgė, kad tą judėjimą galima išskirti į du nepriklausomus judėjimus: laisvąjį kritimą ir tiesiaeigį judėjimą neatsižvelgiant į sunkį. Nagrinėdamas pastarąjį judėjimą, Galilėjus vėl sėkmingai pritaikė idealizacijos metodą. Jis priėjo išvadą, kad kūnas, kurio nestabdo oro pasipriešinimas ir trintis, turi judėti pastoviu greičiu, neveikiamas jokios jėgos (taigi Galilėjus atrado inercijos dėsnį, nors ir nesuformulavo jo bendra forma). Sudėjus tuos du judėjimus, paaiškėjo, kad mestas kūnas juda parabole.

Tuo pačiu metu, susidurdamas su techninėmis problemomis, Galilėjus suformulavo naujo mokslo apie medžiagų atsparumą pradmenis, nustatė sijos, tuščiavidurio ritinio ir kitų formų kūnų atsparumą deformacijoms, plėtojo paprastųjų mechanizmų teoriją ir kt.

1609 m. Galilėjus sužinojo, kad Olandijoje meistras išrado prietaisą, pro kurį žiūrint nutolę daiktai atrodo padidinti. Logiškai samprotaudamas ir bandydamas įvairių lęšių derinius, Galilėjus pats nepriklausomai pagamino žiūroną. Šį prietaisą jis nukreipė į dangų kaip pirmąjį teleskopą ir iš karto padarė svarbių atradimų.

Galilėjus įžiūrėjo, kad šviesią bei tamsią Mėnulio dalį skirianti linija yra nelygi, ir suprato, kad tai liudija apie Mėnulio paviršiaus nelygumus, netgi įvertino jo kalnų aukštį. Tuo tarpu žvaigždės (išskyrus planetas) liko šviečiantys taškai, kas patvirtino didelį atstumą ligi jų. Pro teleskopą buvo galima įžvelgti daug plika akimi nematomų žvaigždžių. Žmones nuo seno stebinęs Paukščių Takas pasirodė esąs daugybės žvaigždžių sambūris. Nukreipęs prietaisą į Jupiterį, Galilėjus pastebėjo šalia jo tris mažas žvaigždeles. Kitą naktį jų padėtys pasikeitė, ir netrukus Galilėjus įsitikino, kad tai yra Jupiterio mėnuliai — palydovai. O netrukus jis aptiko ir ketvirtąjį palydovą.

Galilėjus buvo Koperniko sistemos šalininkas ir suprato, kad jo atradimai (Mėnulis — netobulas kūnas, sukimasis vyksta ne tik aplink Žemę) griauna Aristotelio bei Ptolemėjo teiginius ir liudija heliocentrinės sistemos naudai. 1610 m. jis savo atradimus aprašė knygelėje „Žvaigždžių pasiuntinys", kuri tapo viena iš labiausiai Italijoje ir kitose šalyse skaitomų knygų.

Tuo tarpu per paskaitas universitete Galilėjus privalėjo dėstyti pasenusias pažiūras (tegu ir nurodydamas jų trūkumus). Tai jį slėgė. Kaip tik tuo metu Florencijos hercogu tapo buvęs Galilėjaus mokinys Kozimas II Medičis, ir mokslininkas buvo paskirtas Didžiojo Toskanos hercogo pirmuoju matematiku bei filosofu. Taigi tolesnius svarbius astronomijos atradimus — Veneros fazes (liudijančias apie jos sukimąsi apie Saulę) ir Saulės dėmes (įrodančias, kad Saulė sukasi apie savo ašį) — Galilėjus padarė jau Florencijoje.

Kitais metais mokslininkas nuvyko į Romą pranešti popiežiui, kardinolams ir didikams apie savo atradimus bei ieškoti galimybių oficialiam Koperniko sistemos pripažinimui. Galilėjus buvo maloniai priimtas ir įvertintas, bet kartu įspėtas nedaryti toli siekiančių išvadų. Vis dėlto, grįžęs į Florenciją, jis negalėjo susilaikyti neatsakęs į teologų ir Aristotelio šalininkų išpuolius, nepropagavęs Koperniko mokymo žodžiu ir raštu (ypač laiškais, kurie plito po šalį). Keli tokie laiškai buvo perduoti inkvizicijai, ir ši priėmė oficialų nutarimą, skelbiantį Koperniko teiginius, kad Žemė nėra Visatos centras ir juda, o Saulė nejuda, „beprasmiškais ir absurdiškais filosofiniu požiūriu ir, be to, eretiškais, nes jie aiškiai prieštarauja Šventajam raštui — tiek tiesiogiai, tiek jo komentarams, pateiktiems šventųjų tėvų ir teologijos daktarų". Galilėjus buvo įspėtas pasmerktų teiginių nesilaikyti ir neskelbti.

To nepaisydamas, mokslininkas rašė didelį veikalą „Dialogas apie dvi svarbiausias pasaulio sistemas, Ptolemėjo ir Koperniko". Čia trys veikėjai — mokslininkas Salviatis, atstovaujantis Galilėjui, apsišvietęs ir žingeidus Sagredo bei Aristotelio šalininkas Simpličijus — ginčijasi aptarinėdami tas dvi astronomines sistemas, jų privalumus ir trūkumus. Salviatis pateikia įvairių faktų Koperniko sistemos naudai, o Simpličijus juos neigia ar bando derinti su senąja sistema. Kategoriškų išvadų autorius nepateikė, tačiau nuovokiam skaitytojui turėjo būti aišku, kuris iš oponentų teisus. Be to, knygoje Galilėjus konkrečiais pavyzdžiais aprašė savo išplėtotą mokslinį metodą, pateikė naujų ne tik astronomijos, bet ir fizikos žinių.

Galilėjus ilgai laukė patogaus momento knygai užbaigti ir atspausdinti. Naujuoju popiežiumi Urbanu VIII tapo kardinolas M. Barberinis, domėjęsis mokslu ir vertinęs Galilėjaus atradimus. Draugų padedamas ir padaręs kai kurių nuolaidų (pridėjęs knygos pratarmę ir kai ką išmetęs), Galilėjus sugebėjo gauti cenzūros leidimą. Labai vaizdžiai ir įtaigiai italų kalba parašyta knyga susilaukė didelio visuomenės susidomėjimo. Deja, teologų ir inkvizicijos apgauti nepavyko. Knyga buvo uždrausta, o Galilėjui iškelta byla. Septyniasdešimtmetis ligotas mokslininkas buvo iškviestas į Romą, čia tardomas ir teisiamas. Jam nurodyta aiški dilema: neatsisakius pažiūros, kad sukasi Žemė, o ne Saulė — kankinimai ir sudeginimas ant laužo bei rankraščių sunaikinimas, o pareiškus atgailą — švelnesnė bausmė. Galilėjus pasirinko antrąjį variantą ir klūpodamas perskaitė jam pateiktą atsižadėjimą. Teismo sprendimu mokslininkas buvo nuteistas kalėti neribotą laiką, bet popiežius pakeitė kalėjimą tremtimi. Galilėjui buvo leista gyventi savo sodyboje Arčetri kaime, netoli Florencijos, inkvizicijos priežiūroje. Draugai, drįsę jį lankyti, galėjo atvykti tik po vieną, o pokalbiuose turėjo neliesti uždraustos temos.

Nors ir netekęs mokslinių ryšių, atskirtas nuo bibliotekų, mokinių ir meistrų, Galilėjus nepasidavė depresijai, išliko kūrybingas ligi žilos senatvės, atkakliai dirbo — vykdė astronominius stebėjimus, matyt, ir fizikos bandymus. Jis parengė antrąjį pagrindinį veikalą „Pokalbiai ir matematiniai įrodinėjimai, liečiantys dvi naujas mokslo šakas, susijusias su mechanika ir vietiniu judėjimu“, kuriame apibendrino savo rezultatus iš mechanikos ir medžiagų atsparumo. Rankraštį pavyko paslapčia išvežti iš Italijos ir atspausdinti Olandijoje.

Gyvenimo pabaigoje Galilėjus apako (manoma, kad dėl saulės stebėjimo be tinkamų šviesos filtrų), ir jam buvo leista turėti mokinių. Galilėjus perdavė jiems savo idėjas, nerealizuotus sumanymus, jų padedamas tvarkė rankraščius. Paskutinis Galilėjaus mokinys E. Toričelis išgarsėjo 1643 m. atradęs atmosferos slėgį.

Galilėjus mirė 1642 m. sausio 8 d., eidamas 78-uosius metus. Inkvizicija neleido jo palaidoti šeimos kape Santa Kročės bažnyčioje Florencijoje. Ten jis buvo perkeltas tik po šimtmečio. Dar po šimto metų „Dialogas“ buvo išbrauktas iš bažnyčios draudžiamų knygų sąrašo, o 1979 m. popiežius Jonas Paulius II oficialiai reabilitavo Galilėjų.



Renė DEKARTAS (1596—1650)

R. DEKARTAS — ŽYMUS XVII AMŽIAUS FILOSOFAS, FIZIKAS IR MATEMATIKAS, TURĖJĘS DIDELĘ ĮTAKĄ ŠIŲ MOKSLŲ RAIDAI, SUKŪRĘS BENE PASKUTINĘ BENDRĄ GAMTOS FILOSOFIJOS SISTEMĄ IR KARTU PADARĘS SVARBIŲ ATRADIMŲ IŠ ĮVAIRIŲ GAMTOS MOKSLŲ.

Renė Dekartas (R. Descartes) gimė 1596 m. kovo 31 d. nedideliame Prancūzijos miestelyje La Hajė (dabar La Hajė-Dekartas) bajorų šeimoje. Jo tėvas tarnavo provincijos parlamento patarėju. Savo motinos Renė nepažino, nes ji mirė berniukui vos sulaukus vienerių metų. Tėvas ketino silpnos sveikatos vaiką pirma sustiprinti fiziškai ir tik tada leisti į mokyklą, bet negalėjo atsiginti smalsaus berniuko klausimų. Dešimtmetis Renė buvo išsiųstas į jėzuitų kolegiją La Flešo mieste. Tai buvo privilegijuota mokykla, įsikūrusi karaliaus Henriko IV pilyje ir jo globojama. Čia dėstė jėzuitų profesoriai iš įvairių Europos šalių, mokykla parengė daug žymių Prancūzijos žmonių. Pagrindinis mokyklos, kaip ir paties jėzuitų ordino, principas buvo griežta disciplina, išsilavinusių, tačiau besąlygiškai paklusnių bažnyčiai asmenybių ugdymas.

Vis dėlto Dekartui buvo leista pažeisti mokyklos tvarką. Dėl jo gabumų, silpnos sveikatos, gal ir dėl giminystės su kolegijos rektoriumi jis turėjo teisę nesikelti pagal signalą kartu su kitais, gyventi atskirame kambaryje ir praleisti rytinius užsiėmimus. Tad Renė įgijo įprotį pabudęs galvoti apie įvairias problemas ir taip elgėsi visą gyvenimą. Be to, Dekartui buvo leidžiama naudotis ne tik turtinga mokyklos biblioteka, bet ir specialiuoju jos fondu, kuriame buvo saugomi bažnyčios uždrausti veikalai.

Mokykloje per dešimtį metų Dekartas įgijo filosofijos, kalbų, gamtos ir netgi taikomųjų mokslų žinių, kartu išsiugdė kritišką požiūrį į autoritetus. Jėzuitiškas auklėjimas reiškėsi gal tik atsargumu, polinkiu slėpti savo asmeninį gyvenimą ir vengti nesutarimų su ordinu bei bažnyčia.

Baigęs kolegiją, Dekartas porą metų studijavo teisę ir mediciną, gavo teisės bakalauro laipsnį. Betgi po to jis neatsidėjo nei mokslui, nei tarnybai, o įkalbėjo tėvą išsiųsti jį į Paryžių. Čia Dekartas mėgavosi aukštuomenės gyvenimu: pokyliais, vizitais, žaidimu kortomis, iškylomis. Tiesa, jis užmezgė pažintis ir su kai kuriais mokslininkais ir, matyt, nenustojo svarstęs filosofijos problemų. Per dvejus metus lengvabūdiškas bendravimas su žmonėmis Dekartui atsibodo, todėl likusią jaunystės dalį jis ketino „keliauti, susipažinti su rūmais, kariuomene, susitikti su įvairių luomų ir padėties žmonėmis, kaupti įvairų patyrimą, išbandyti save susitikimuose, kuriuos pasiųs likimas, ir visur galvoti apie pasitaikančius dalykus, siekiant įgyti kokios nors naudos iš tokių užsiėmimų".

Dekartas iš pradžių įstojo į vieną, vėliau — į kitą kariuomenę, su ja bastėsi po įvairias šalis, tiesa, didesniuose mūšiuose jam dalyvauti neteko. 1619 m. lapkričio 10 d., grįždamas iš imperatoriaus karūnavimo iškilmių, jis apsistojo vienoje pakelės užeigoje, ir čia nutiko svarbiausias jo gyvenimo įvykis — Dekartas suprato, kaip reikia kurti savo originalią filosofinę sistemą. Jis priėjo išvadą, kad reikia rasti patikimus ir neabejotinus pradinius principus, nustatyti griežtas, kaip matematikoje, samprotavimo taisykles ir, tuo remiantis, nuosekliai plėtoti ne tik filosofiją, bet ir kitus mokslus kaip vieningą visumą. Tačiau Dekartas nepuolė strimgalviais realizuoti šio sumanymo, jis pirma ketino sukaupti reikalingą patyrimą ir žinių. Tad Dekartas dar šešetą metų keliavo po Europą, atidžiai stebėjo gamtos ir visuomenės reiškinius, gilinosi į įvairius mokslus. 1626 m. grįžęs į Paryžių, jis suartėjo su Marenu Mersenu, minoritų vienuoliu, irgi baigusiu La Flešo kolegiją, o tuo metu užėmusiu ypatingą vietą ne tik Prancūzijos, bet ir visos Europos moksle. Mersenas garsėjo ne tiek savo paties atradimais, kiek sugebėjimu kelti problemas, rinkti ir skleisti naujausią mokslo informaciją, būti tarpininku tarp daugelio mokslininkų, su kuriais bendravo ir susirašinėjo. Dekartas susipažino ir su kitais Merseno būrelio nariais, vėliau sudariusiais Paryžiaus mokslų akademijos branduolį.

Vertindamas diskusijas ir ryšius su kitais mokslininkais, Dekartas vis dėlto norėjo kurti savo sistemą vienumoje, tad 1628 m. apsigyveno Olandijoje, tuo metu demokratiškiausioje Europos šalyje. Dekarto adresą žinojo tik Mersenas, kuris reguliariai pranešdavo mokslo naujienas.

Dekartas susirašinėjo ir su kitais mokslininkais, bet jiems nurodydavo savo tarpininkų — draugų Olandijoje — adresus. Be to, jis dažnai keisdavo savo gyvenamąją vietą, tad susikūrė idealias darbo sąlygas, nes turimas turtas leido jam nesirūpinti pragyvenimu. Buitinius reikalus spręsdavo jo tarnas (Dekartas pasirinkdavo sumanų tarną, jį pats lavindavo, todėl net keli jo tarnai vėliau tapo profesoriais). Pasak amžininkų, Dekartas buvo grakščios figūros, nors žemesnio negu vidutinio ūgio, į akis krisdavo palyginti didelė galva ir išraiškingos skvarbios akys.

1628—1629 m. Dekartas suformulavo pagrindines samprotavimų taisykles, kurios įgalintų griežtai ir nuosekliai gauti naujų mokslo žinių. Jos buvo tokios: „Pirmoji taisyklė: niekada nepriimti jokio dalyko kaip tikro, kol akivaizdžiai nesužinosiu, kad jis tikrai toks yra, kitaip sakant, rūpestingai vengti skubotumo bei išankstinio nusistatymo, o į savo sprendimus jungti tik tai, kas protui yra taip aišku ir akivaizdu, jog nebelieka jokios abejonės. Antroji taisyklė: kiekvieną sunkiai analizuojamą dalyką skaidyti į tiek dalių, kiek įmanoma ir būtina jam įveikti. Trečioji taisyklė: laikytis tam tikros mąstymo tvarkos, pradedant nuo pačių paprasčiausių ir lengviausiai suprantamų ir laipsniškai pereinant prie sudėtingesnių pažinimo dalykų... Ir paskutinioji taisyklė: visada daryti tokius nuodugnius išskaičiavimus ir tokias išsamias apžvalgas, kad būtų galima būti tikram, jog nieko nepraleista".

Pirmuoju pradiniu nekeliančiu abejonių teiginiu Dekartas išrinko tokį: „Aš mąstau, taigi egzistuoju". Paskui jis, apibendrindamas savo sukauptas žinias, bandė įžvelgti bendriausius gamtos sandaros principus ir, remdamasis jais bei minėtomis taisyklėmis, aiškinti įvairius gamtos reiškinius. Darbas vyko lėtai, nes Dekartas nuolat nukrypdavo į papildomus įvairių mokslų tyrinėjimus, kurie padėtų atsakyti į kylančius klausimus bei patikrintų daromas išvadas.

Ketvertą metų Dekartas rašė savo pagrindinį monumentalų veikalą „Pasaulis arba traktatas apie šviesą". 1633 m. vasarą jis baigė taisyti ir perrašinėti rankraštį, kurio su nekantrumu laukė M. Mersenas ir kiti Dekarto draugai. Deja, tuo metu jis sužinojo apie Galilėjaus pasmerkimą ir „Dialogo apie dvi svarbiausias pasaulio sistemas" uždraudimą. Žinia sukrėtė Dekartą, nes jis irgi laikėsi heliocentrinės sistemos. Nors Olandijoje inkvizicijos persekiojimas negrėsė, Dekartas, vengdamas konflikto su bažnyčia ir vertindamas kūrybinę ramybę, nutarė nespausdinti savo veikalo (po mokslininko mirties rankraštis dingo).

Vis dėlto 1637 m., įkalbinėjamas Merseno, Dekartas paskelbė savo metodo ir kai kurių konkrečių atradimų aprašymą, pavadintą „Samprotavimas apie metodą, kaip tinkamai nukreipti savo protą ir rasti tiesą

moksluose. Be to, Dioptrika, Meteorai ir Geometrija, kurie sudaro šio metodo taikymus". Šiame veikale buvo aprašyti Dekarto optikos, matematikos ir meteorologijos atradimai, kuriems jis skyrė ilgus metus.

Svarbiausi Dekarto optikos atradimai — šviesos lūžimo dėsnio įrodymas ir vaivorykštės paaiškinimas. Lūžimo dėsnio buvo nesėkmingai ieškota nuo antikos laikų. Tiesa, jį prieš Dekartą pavyko bandymais nustatyti jo amžininkui olandų fizikui Vilebrordui Snelijui. Galbūt Dekartas žinojo šį rezultatą, tačiau svarbiausia, kad pateikė teorinį dėsnio įrodymą. Vaivorykštės mįslę irgi bandė įminti daugelis mokslininkų. Dekartas atliko bandymą — siauru spindulių pluoštu apšvietė apvalų stiklinį indą (lašo modelį) ir nustatė, kad vaivorykštė susidaro dėl to, kad spindulys du kartus lūžta laše. Paskui jis tai aprašė remdamasis lūžimo dėsniu.

Knygos priede „Geometrija" Dekartas pritaikė algebros metodus geometrinėms kreivėms apibūdinti, pradėjo vartoti koordinates kaip kintamuosius dydžius („bėganti koordinatė"), taigi sujungė algebrą ir geometriją. (Įdomu pažymėti, kad jis pirmasis panaudojo koordinačių sistemą ir krėslams teatro salėje numeruoti, taip išspręsdamas ligi tol buvusią painiavą, kuri sukeldavo netgi dvikovas.)

Dekarto veikalas sujudino mokslo pasaulį, atsirado nemažai jo šalininkų, bet kartu daug ir kritikų, kilo polemika, į kurią buvo įtrauktas ir Dekartas. Jo filosofinę ramybę sudrumstė ir kai kurie asmeniniai įvykiai. Tuo laikotarpiu Dekarto gyvenime buvo pasirodžiusi moteris, kurios žinomas tik vardas — Elena. Ji pagimdė Dekartui dukterį, bet ši greitai mirė. Tuo pačiu metu jis neteko ir dar dviejų artimų žmonių — tėvo bei sesers.

Aštrios diskusijos dėl Dekarto metodo privertė jį paskelbti savo bendrą filosofinę sistemą, mokymą apie pasaulio sandarą ir kilmę, nutylint ar pateikiant kaip hipotezes išvadas, kurios galėjo sukelti teologų nepasitenkinimą. 1644 m. Amsterdame pasirodė Dekarto „Filosofijos pagrindai".

Dekartas, kaip ir Senovės Graikijos filosofai, bandė nustatyti (tiesa, remdamasis daug platesnėmis ir gilesnėmis žiniomis) pirminius pradus ir, laikydamasis savo nustatytų samprotavimo taisyklių, vienareikšmiškai išprotauti pasaulio susidarymą iš pirminio chaoso bei atskleisti įvairių gamtos reiškinių priežastis. Anot Dekarto, pasaulis yra sudarytas iš trijų rūšių pirminių elementų: žemės, oro ir subtilios materijos, kuri užpildo visus tarpus tarp kūnų ir jų viduje. Taigi gamtoje tuštumos nėra ir judėjimas galimas tik ratu, vienoms dalelėms užimant kitų vietą. Dėl to atsiranda

sūkuriai, kuriais Dekartas aiškino Saulės sistemos susidarymą, planetų judėjimą, Žemės trauką, elektrinius bei magnetinius reiškinius ir kt. Deja, dar Galilėjus buvo įžvelgęs, kad gamtos paslaptis įmanoma atskleisti tik nuosekliais tyrinėjimais, o ne filosofiniais samprotavimais. Mechanikoje, kur buvo sukaupta daugiau mokslo faktų, Dekartui pavyko nustatyti kai kuriuos bendrus principus — inercijos principą ir judėjimo kiekio tvermės dėsnį. Tačiau net geniali jo intuicija ir racionalios samprotavimo taisyklės nesudarė galimybės — trūkstant faktų pagrindo — atskleisti šviesos, o juo labiau elektros bei magnetizmo prigimties. Iš tikrųjų gamtos išradingumas pranoksta netgi genijaus fantaziją. Taigi Dekarto gamtos sistema, savo aiškumu ir nuoseklumu patraukusi daugelį amžininkų, neištvėrė laiko išbandymo.

Dekartas tapo Europos mokslo garsenybe. Jo veikalus skaitė ne tik mokslininkai, bet ir aukštuomenė, netgi karaliai. Mokslininkas ilgą laiką susirašinėjo su Vokietijos imperatoriaus dukterimi princese Elžbieta, viena iš labiausiai išsilavinusių to meto moterų. Prancūzijos vyriausybė paskyrė Dekartui didelę pensiją. Ta proga jis buvo nuvykęs į Paryžių ir ketino ten vėl apsigyventi, bet dėl politinės krizės nesulaukė politikų dėmesio, o pensija liko tik popieriuje. Olandijoje jam nedavė ramybės besitęsianti polemika tarp jo šalininkų ir priešininkų. Tad Dekartas priėmė Švedijos karalienės Kristinos kvietimą atvykti į Stokholmą ir tapti jos filosofijos mokytoju. Plaukdamas ten laivu, Dekartas sužavėjo savo navigacijos žiniomis kapitoną, kuris sakėsi iš mokslininko per tris savaites sužinojęs daugiau negu per šešiasdešimt metų, praleistų jūroje. Švedijos dvarui artimi mokslininkai sutiko atvykėlį pavydžiai ir šaltai (jis rašė: „Man atrodo, kad čia žmonių mintys užšąla kaip ir vanduo žiemą“). Jaunoji karalienė niekaip nerado laiko mokymuisi, o vėliau skyrė susitikimus penktą valandą ryto. Priešingai savo įpročiui, Dekartas turėjo keltis nepaprastai anksti ir tą ypač šaltą žiemą rytais važinėti į karaliaus rūmus. Jis peršalo, susirgo plaučių uždegimu ir 1650 m. vasario 11 d. mirė eidamas tik penkiasdešimt penktuosius metus.

Dekarto idėjos, jo iš esmės atnaujinta, palyginti su Aristotelio, žinių sistema suvaidino labai svarbų vaidmenį kovojant su pasenusiu scholastiniu mokslu, stimuliavo naujus ieškojimus. XVII a. tarp Dekarto šalininkų ir priešininkų įvairiose šalyse vyko aštri kova, jo knygos 1663 m. netgi buvo įtrauktos į Vatikano uždraustų knygų sąrašą, bet tai jau negalėjo sulaikyti naujojo mokslo kilimo.



Otas GĖRIKĖ (1602—1686)

O. GĖRIKĖ — ŽYMUS XVII AMŽIAUS FIZIKAS EKSPERIMENTATORIUS, IŠRADĘS DU SVARBIUS PRIETAISUS: ORO SIURBLĮ BEI ELEKTROS MAŠINĄ, IR ATLIKĘS PLAČIAI PAGARSĖJUSIUS BANDYMUS SU IŠRETINTU ORU, KURIE PADEMONSTRAVO EKSPERIMENTINIŲ MOKSLŲ SVARBĄ TIRIANT GAMTĄ.

Oto Gėrikės (O. Guericke) prosenelis, senelis ir du broliai buvo garsaus Vokietijos miesto Magdeburgo burmistrai (būtent šio miesto įgytos teisės tapo pavyzdžiu kitiems Europos miestams ir buvo vadinamos Magdeburgo teisėmis). Gėrikės tėvas tarnavo Lenkijos karaliui ir Lietuvos didžiajam kunigaikščiui Steponui Batorui, vykdė diplomatinius pavedimus. Otas Gėrikė gimė 1602 m. lapkričio 20 d. Magdeburge. Baigęs miesto mokyklą, studijavo teisę keliuose Vokietijos universitetuose, paskui dar dvejus metus mokėsi Leideno universitete fizikos ir technikos ir vadino save inžinieriumi. Po metus trukusios kelionės į Angliją ir Prancūziją jis grįžo į Magdeburgą, vedė ir ėmė tarnauti miesto taryboje, nuo tol visą gyvenimą paskirdamas gimtojo miesto reikalams. Tai buvo sunkus laikotarpis — Magdeburgas, kaip ir daugelis Vokietijos miestų, smarkiai nukentėjo nuo Trisdešimtmečio karo. Gėrikė rūpinosi gynybiniais miesto įrenginiais. Deja, jų nespėjus reikiamai sutvirtinti, 1630 m. Magdeburgą apsupo imperatoriaus kariuomenė. Miestas buvo užimtas, išgrobtas ir sudegintas — iš pusantro tūkstančio pastatų išliko tik katedra ir kas dešimtas namas. Pats Gėrikė turėjo sumokėti 30 talerių išpirką ir su šeima pasitraukė iš miesto. Vėliau, Magdeburgą užėmus švedams, jis sugrįžo ir vadovavo pastatų bei įtvirtinimų, taip pat tilto per Elbę statyboms.

Nors ir būdamas labai užsiėmęs, Gėrikė laisvalaikiu pradėjo bandymais tirti seną problemą: ar egzistuoja gamtoje tuštuma? Aristotelis buvo įtvirtinęs moksle nuomonę, kad tuštuma neįmanoma. Jis teigė, jog gamtai būdinga tuštumos baimė: kai kūnas palieka savo užimamą vietą, jį supanti medžiaga (vanduo, oras ir pan.) veržiasi į tą vietą, idant nesusidarytų tuštuma. Viduramžiais buvo daug diskutuojama dėl šios paslaptingos gamtos savybės, ja aiškinamas vandens kilimas paskui stūmoklį ir kiti reiškiniai. Galilėjus dar neišdrįso atmesti įsigalėjusios tuštumos baimės, bet pirmasis ėmėsi ją matuoti bandymais. Jis nustatė aukštį (apie 10 metrų), ligi kurio galima pakelti vandenį siurbliu — toliau vanduo paskui stūmoklį neseka, o nuo jo atsiskiria, tad tuštumos baimė tarsi turi ribą. Gėrikė pradėjo naujus bandymus tuštumos egzistavimui patikrinti.

Jis mėgino siurbliu ištraukti vandenį iš statinės ir sukurti joje „tuščią erdvę". Deja, retėjant orui, siurbti darėsi vis sunkiau. O kai Gėrikė pasitelkė „tris stiprius vyrus", į statinę pro plyšelius tarp šulų ėmė veržtis oras. Gėrikei šovė mintis, kad siurbti orą būtų lengviau negu vandenį. Jis pakeitė siurblio konstrukciją ir 1641 m. sukūrė pirmąjį oro siurblį. Juo buvo bandyta siurbti orą iš tuščiavidurio varinio rutulio, bet šis netrukus susiplojo, tarsi būtų suslėgtas didžiulės jėgos. Stokodamas laiko, Gėrikė šių bandymų rezultatų nepaskelbė, taigi lieka neaišku, kada jis suprato, kad tuštumos susidarymui priešinasi ne jos baimė, o atmosferos slėgis. Gėrikė teigė jį atradęs pats, nepriklausomai nuo Toričelio.

Galilėjaus mokinys E. Toričelis savo garsųjį bandymą atliko 1643 metais. Kaip žinome, jis paėmė stiklinį vamzdelį vienu uždaru galu, pripylė ten gyvsidabrio ir, užspaudęs atvirą galą, įleido jį į taurę su gyvsidabriu. Šio skystojo metalo stulpelis nusileido ligi tam tikro aukščio, ir vamzdelio gale susidarė tuščia erdvė. Toričelis iš karto suprato, kad gyvsidabrio stulpelį palaiko atmosferos oro slėgis, ir laišku pranešė apie tai savo draugui. To pranešimo kopijos greit išplito po Europą. Neginčijamą įrodymą 1648 m. pateikė prancūzų mokslininkas B. Paskalis: jeigu stulpelio aukštį lemia virš indo esančio oro slėgis, tai, kylant į kalną, gyvsidabris vamzdelyje turi leistis, kas ir buvo stebėta.

Tuo tarpu O. Gėrikė 1646 m. buvo išrinktas Magdeburgo burmistru, vedė ilgas ir atkaklias derybas su švedais, imperatoriaus ir Reichstago atstovais dėl savo miesto teisių. Vis dėlto jis neužmiršo ir bandymų su tuštuma, tiksliau — šių dienų požiūriu — su išretintu oru. Gėrikė parodė, jog, išsiurbus orą iš indo, kuriame yra deganti žvakė arba skambutis, žvakės liepsna užgęsta, o skambutis nustoja skambėti. Tai liudijo, kad garsas sklinda oru. Ypač įspūdingas bandymas, kurį O. Gėrikė 1654 m.

demonstravo Rėgensburge reichstago nariams ir imperatoriui su jo svita. Štai kaip jis pats vėliau aprašė tą bandymą: „Aš užsakiau du varinius pusrutulius, kurių kiekvieno skersmuo — maždaug 3/4 Magdeburgo uolekties, tiksliau, šešiasdešimt septynių šimtųjų uolekties, nes meistrai ne itin preciziškai atliko užsakymą. Abi pusės buvo visiškai vienodos. Vienoje pusėje įtaisytas čiaupas, arba vožtuvas, kuris įgalino siurbti orą iš rutulio. Be to, prie abiejų pusrutulių pritvirtinti geležiniai žiedai ir per juos perkištos virvės arkliams įkinkyti. Dar aš užsakiau odinį žiedą, įmirkytą vaško tirpalu terpentine, kad jis nepraleistų oro. Tas žiedas buvo įdėtas tarp pusrutulių ir iš jų greit išsiurbtas oras. Tada pusrutuliai taip stipriai prisispaudė prie odinio žiedo, kad šešiolika arklių arba visai negalėjo jų atplėšti, arba atplėšdavo su dideliu vargu. Jei tai įvykdavo, pasigirsdavo garsas, primenantis šūvį. Pusrutuliai, įleidus į juos oro, atsiskirdavo vienas nuo kito labai lengvai".

Apie šį Gėrikės bandymą pasklido garsas ne tik Vokietijoje, bet ir kitose šalyse. Jis buvo aptarinėjamas ir kartojamas, o Mainco kurfiurstas netgi nupirko iš Gėrikės įrenginį ir pats demonstruodavo bandymą savo svečiams. (Įdomu pažymėti, kad 1954 metais, minint Gėrikės bandymo trisšimtąsias metines, jis buvo iškilmingai pakartotas. Pagaminti vadinamuosius Magdeburgo pusrutulius jau nebebuvo sunku, bet pasirodė nelengva rasti šešiolika vieno plauko arklių.)

Gėrikės bandymus pirmasis aprašė ne pats autorius, bet Viurcburgo universiteto profesorius jėzuitas K. Šotas dviejose savo knygose, išleistose 1657 m. ir 1664 m. Deja, būdamas senojo mokslo šalininkas, Šotas aiškino reiškinius tradicine tuštumos baime.

Prie savo namų fasado Gėrikė įtaisė didelį barometrą — „žmogutį, spėjantį orą", kuris traukė praeivių dėmesį. Lengvas žmogutis tarsi kabojo stiklinio vamzdžio viduje išretintame ore, ant plūdės, kuri plaukiojo skysčio paviršiuje. Kintant oro slėgiui, žmogutis prieš lietų leisdavosi žemyn, o prieš giedrą kildavo aukštyn. Skystis ir plūdė buvo apgaubti futliaru, tad praeiviai matydavo tik žmogutį, kuris ranka rodydavo į šalia pritvirtintą skalę. Pasitikėjimas prietaisu labai padidėjo, kai vieną 1660 m. gruodžio dieną, žmogučiui nusileidus ligi pat skalės apačios, Gėrikė išpranašavo audrą, ir iš tikrųjų ji po dviejų valandų užgriuvo miestą bei jo apylinkes.

Gėrikė savo bandymams negailėjo lėšų; anot jo sūnaus, tėvas tam išleido apie du tūkstančius talerių — didžiulę tais laikais sumą. 1666 m. Vokietijos imperatorius Gėrikei už politinius ir mokslinius nuopelnus suteikė bajoro titulą. Jis ėmė vadintis fon Gėrike.

1672 m. Gėrikė pagaliau pats išleido knygą „Nauji Magdeburgo bandymai su tuščia erdve". Ji buvo atspausdinta gana prabangiai, didelio formato (in folio) su raižytu priešlapiu, mokslininko portretu bei puošniomis iliustracijomis. Autorius čia ne tik aprašė ir teisingai interpretavo įvairius savo bandymus, bet pridėjo keletą skyrių apie tuštumos reikšmę pasaulio erdvėje ir Saulės sistemą, pateikdamas naujų astronomijos duomenų.

Gėrikė buvo grynas eksperimentatorius, todėl jo knygoje nėra jokių matematinių įrodymų. Čia pateikti tik kai kurie skaitiniai duomenys lentelių pavidalu. Gėrikė drąsiai skelbė naują idėją, kad eksperimentas yra pagrindinis visų mokslinių ginčų teisėjas. Kritikuodamas scholastinį mokslą, jis rašė: „Filosofai, kurie remiasi vien tik savo išprotavimais, neatsižvelgdami į patyrimą, niekada negali gauti patikimų ir teisingų išvadų apie išorinio pasaulio reiškinius. Iš tikrųjų mes matome nemažai pavyzdžių, kaip žmogaus protas, nekreipiantis dėmesio į bandymais gautus rezultatus, atsiduria toliau nuo tiesos negu Žemė nuo Saulės".

Savo knygoje Gėrikė aprašė ir įdomius bandymus su elektra. Jis sukonstravo pirmąją elektros mašiną, kurią sudarė vaiko galvos dydžio sieros rutulys, užmautas ant geležinės ašies, įtaisytos horizontaliai mediniame stove. Sukamas rutulys trindavosi į sausą rankos delną, todėl sukaupdavo daug didesnį elektros kiekį negu trinamas nedidelis gintaro ar kitos elektringos medžiagos gabalėlis. Gėrikė stebėjo įelektrinamo rutulio žybčiojimą tamsoje bei girdėjo traškesį, primenantį cukraus smulkinimo grūstuvėliu garsą. Rutulys pritraukdavo įvairius lengvus daiktus ir kai kurie iš jų prilipę sukdavosi kartu su rutuliu. Gėrikė nustatė, kad elektrinė jėga gali būti ne tik traukos, bet ir stūmos — sieros rutulio pritrauktas pūkelis po kurio laiko nuo jo atsiskirdavo ir atsistumdavo (nors artėdavo prie rankos ar nosies). Atitolęs per tam tikrą atstumą, pūkelis likdavo įelektrinto rutulio „veikimo sferoje" — sekdavo paskui jį, nešamą per kambarį. Pagaliau Gėrikė nustatė, kad įelektrinimą galima perduoti kitam kūnui neilga linine virvute. Deja, šie elektros tyrimai, skirtingai nei bandymai su tuštuma, nesulaukė didesnio amžininkų dėmesio.

Parašęs savo veikalą, Gėrikė, matyt, naujų fizikos bandymų nebedarė. Netrukus jis atsisakė ir Magdeburgo burmistro pareigų, išbuvęs miesto viršininku net trisdešimt metų. Mieste prasidėjus maro epidemijai, Gėrikė išvyko pas sūnų į Hamburgą. Čia ir mirė 1686 m. gegužės 11 d.



Robertas BOILIS (1627—1691)

R. BOILIS — VIENA RYŠKIAUSIŲ ASMENYBIŲ XVII AMŽIAUS MOKSLE, NAUJOSIOS CHEMIJOS IR NAUJOJO ATOMIZMO PRADININKAS, TIKSLAUS EKSPERIMENTINIO METODO KŪRĖJAS.

Robertas Boilis (R. Boyle) buvo Korko grafo, turtingiausio ir galingiausio Airijos didiko, keturioliktasis, paskutinis, vaikas ir penktasis sūnus. Jis gimė 1627 m. sausio 25 d. Lismoro pilyje. Berniukas mokėsi privilegijuotoje Itono mokykloje, o sulaukęs 12 metų, dėl silpnos sveikatos buvo išsiųstas tęsti mokslo į Ženevą (Šveicarija). Vėliau jis keliavo po Italiją ir Prancūziją. Mirus tėvui, Boilis 1644 m. grįžo į Angliją, čia paveldėjo didelį turtą ir nutarė atsidėti mokslui. Apsigyvenęs Stelbridžo dvare, jaunuolis ėmėsi savarankiškų studijų. Didelį įspūdį jam buvo padarę G. Galilėjaus darbai bei anglų filosofo F. Bekono mintys apie eksperimentinio mokslo svarbą, tad jis pradėjo pirmus, dar mėgėjiškus fizikos ir chemijos tyrinėjimus. Kartu Boilis gilinosi ir į teologiją. Auklėtas religingai (jam netgi pranašauta protestantų dvasininko ateitis), Boilis visą gyvenimą liko giliai tikintis, rašė teologijos darbus, tapo pripažintu jos specialistu. Jis sugebėjo suderinti mokslą ir religiją, manė, kad jie papildo vienas kitą: mokslas atskleidžia pasaulio darną, kurioje Boilis įžvelgė aiškų tikslingumą, bet gamtos reiškiniai vyksta pagal tikslius dėsnius, Dievui nesikišant į jų veikimą.

1654 m. R. Boilis persikėlė gyventi į to meto Anglijos mokslo centrą Oksfordą, netoli Londono. Čia jis įkūrė puikią chemijos ir fizikos laboratoriją. Joje dirbo keli asistentai, kurie gamino prietaisus, padėdavo

Boiliui atlikti eksperimentus ar net patys vykdė juos pagal vadovo nurodymus. Vienas iš asistentų — R. Hukas — vėliau tapo žinomu mokslininku (apie jį rašoma atskirame straipsnelyje).

Boilis iš anksto numatydavo eksperimento tikslus ir eigą, jie buvo vykdomi labai kruopščiai ir nuosekliai, kartojami keletą kartų, o rezultatai detaliai aprašomi. Visa tai nebuvo įprasta to meto fizikoje, o ypač chemijoje. Mokslinius darbus R. Boilis diktuodavo savo sekretoriui, taigi gera organizacija jam leido veik kasmet išspausdinti po veikalą. Jis aprašydavo bandymus taip tiksliai, kad kitas mokslininkas galėtų juos pakartoti, tačiau sąmoningai susilaikydavo nuo bendrų išvadų ir interpretacijų. Sekdamas Galilėjumi, Boilis manė, kad mokslas tik laipsniškai, atlikęs visus įmanomus eksperimentus, turi pereiti prie bendriausių problemų sprendimo. R. Boilis buvo grynas eksperimentatorius, matematika nelabai domėjosi ir jos metodų beveik netaikė.

Susipažinęs su K. Šoto knygoje aprašytais Gėrikės bandymais, Boilis pats ėmėsi išretinto oro tyrimų. Visų pirma, kritiškai išnagrinėjęs Gėrikės siurblio konstrukciją, jis nurodė dviem savo asistentams, tarp jų ir Hukui, patobulinti siurblį, ir pastarajam tai pavyko padaryti. Siurbliu galėjo naudotis vienas žmogus, netgi ne itin stiprus. Be to, prie siurblio buvo pritaisytas stiklinis indas su uždaroma anga. Tai įgalino atlikti įvairius bandymus išretintame ore ir stebėti jų eigą. Siurbiant orą, inde padėta jaučio pūslė su trupučiu joje likusio oro pamažėle pūsdavosi, o gyvsidabrio stulpelis Toričelio vamzdelyje žemėdavo. Į indą įpiltas karštas vanduo užvirdavo. Tai liudijo, kad, slėgiui mažėjant, vandens virimo temperatūra krinta. Boilis įrodė, jog išretintame ore žūsta paukščiai ir gyvūnai, nustoja veikti sifonas. Visi tie bandymai buvo aprašyti veikale „Nauji mechaniniai fizikos eksperimentai, nagrinėjantys oro stangrumą ir jo poveikį" (1660 m.). Knyga tapo žymiu mokslo įvykiu, nors, kaip visada tokiais atvejais, atsirado ir kritikų bei žmonių, reiškiančių savo pretenzijas dėl prioriteto. Knygoje buvo pateikti ir oro tūrio, didėjant jo slėgiui, matavimo rezultatai. Vienas pastabus skaitytojas — R. Taunlis — įžvelgė oro tūrio (V) atvirkštinį proporcingumą slėgiui (p) ir pranešė apie tai R. Boiliui. Šis atliko nuoseklius tyrimus su įvairiais slėgiais, tiek didesniais, tiek mažesniais už atmosferos slėgį, ir įrodė, kad $pV = \text{const}$ yra bendras dujų dėsnis. Tiesa, Boilis nenurodė, kad jis galioja, kai temperatūra yra pastovi (jo bandymuose ji praktiškai nesikeitė, nes matavimai buvo atliekami gana lėtai, esant kambario temperatūrai). Dėsnį Boilis paskelbė 1662 m. veikale „Doktrinos, aprašančios oro stangrumą ir svorį, gynimas", kuriame atsakė ir į savo veikalo kritikų, daugiausia senojo mokslo atstovų, kaltinimus.

Šis dėsnis neretai vadinamas Boilio ir Marioto dėsniu. Iš tikrųjų prancūzų abatas E. Mariotas atliko panašius bandymus, tik po 15 metų ir mažesniu tikslumu (tiesa, nurodydamas kai kuriuos dėsnio taikymo pavyzdžius), o savo veikale visai neminėjo R. Boilio, nors jo darbai buvo plačiai žinomi.

R. Boilis mėgo tuo pačiu metu vykdyti įvairius tyrimus. Vienas iš svarbiausių jo interesų buvo chemija. 1661 m. pasirodė garsusis R. Boilio veikalas „Chemikas skeptikas", davęs pradžią naujajai chemijai.

Ligi R. Boilio chemija dar vartojo magijos formules, neaiškias sąvokas, mįslingas empirines taisykles, taikė labai apytikrius tyrimo metodus, neretai buvo laikoma medicinos dalimi. Štai kaip apie to meto chemiją ir savo tikslus rašė R. Boilis: „Chemikai ligi šiol vadovaujasi labai siaurais principais, nereikalaujančiais platesnio akiračio; jie supranta savo uždavinį kaip vaistų gamybą, metalų išskyrimą ir transformacijas. Aš žiūriu į chemiją visai kitaip — ne kaip gydytojas, ne kaip alchemikas, bet kaip turi į ją žiūrėti filosofas. Aš nubrėžiau čia cheminės filosofijos planą, kurį tikiuosi įvykdyti ir patobulinti savo bandymais ir stebėjimais". Reikia pažymėti, kad šiame tekste Boilis žodžius „filosofija", „filosofas" vartoja mokslo, mokslininko prasme, kas buvo įprasta tais laikais.

R. Boilis chemijoje atliko panašų perversmą kaip G. Galilėjus fizikoje (nors, pradėjęs nuo daug žemesnio lygio, nepasiekė tokių bendrų rezultatų). R. Boilis iš esmės patobulino chemijos prietaisus ir aparatūrą, ėmė naudoti kolbas ir mėgintuvėlius, graduotus tūrio vienetais. Jis atsisakė keturių Aristotelio pirminių pradų bei trijų alchemijos elementų ir pradėjo vartoti cheminio elemento sąvoką, apibrėždamas ją taip: „Aš vadinu elementais ... tam tikrus primityvius ir paprastus arba visai nesumaišytus kūnus. Nebūdami sudaryti iš kitų kūnų arba vieni iš kitų, jie yra sumaišytų kūnų sudedamosios dalys, į kurias tie kūnai yra suskaidomi".

Svarbiausias R. Boilio nuopelnas — nuoseklus atomų hipotezės taikymas chemijoje ir fizikoje. Po to, kai XV a. buvo surasta Lukrecijaus poema „Apie daiktų prigimtį", atomų hipotezė, nors ir persekiojama oficialiojo mokslo šalininkų, plito. Jai pritarė G. Galilėjus ir R. Dekartas, aktyviai propagavo prancūzų filosofas P. Gasendis. Vis dėlto ligi Boilio atomai buvo priimami kaip abstrakti filosofijos sąvoka. Boilis pirmasis ėmė nagrinėti juos kaip fizikinę realybę, susiejo jų egzistavimą su cheminiais ir šiluminiais reiškiniais, medžiagos sandara. Jis suvokė, kad cheminiai pokyčiai yra susiję su mažiausių medžiagos dalelių, kurias jis vadino korpuskulėmis, jungimusi bei atsiskyrimu vienų nuo kitų. Jis įžvelgė ir sudedamųjų dalelių — iš korpuskulių sudarytų sudėtingų medžiagų

dalelių (dabartiniu požiūriu — molekulių) — egzistavimą. Deja, dar neįvedus atominio svorio sąvokos, aiškiai nesukonkretinus pačių cheminių elementų, Boilis žengė tik pirmuosius netvirtus žingsnius, užtat teisinga kryptimi.

R. Boilis tikėjo, kad ir visą fiziką galima perrašyti kaip „korpuskulinę filosofiją", t. y. mokslą apie korpuskules. Jis pats tai pritaikė šiluminiams reiškiniams ir medžiagos būsenoms aiškinti. Nuo antikos laikų egzistavo dvi šilumos hipotezės. Vieni manė, kad šiluma yra kažkoks nesvarus skystis, tekantis iš karštesnių kūnų į šaltesnius. Kiti spėjo, kad ji susijusi su paties kūno būsena. R. Boilio tautietis F. Bekonas, miręs metai prieš Boilio gimimą, iškėlė drąsią mintį, kad šiluma susijusi su kūną sudarančių dalelių judėjimu. Boilis šią idėją išplėtojo ir pagrindė bandymais. Anot jo, šiluma yra netvarkingas kūno molekulių judėjimas. Tai įrodo, pavyzdžiui, kalamos geležies įkaitimas. Šiluma į ją negali pertekėti nei iš kūjo, nei iš priekalo, nes jie yra šaltesni. Šiluma sukuriama geležies gabale kūjo smūgiais, kurie sukelia greitą ir netvarkingą geležies gabalo dalelių judėjimą. Skysčio dalelių judėjimą įrodo kietųjų kūnų tirpimas, įvairių skysčių maišymasis.

Boilis manė, kad kietieji kūnai, skysčiai ir dujos skiriasi būtent jų dalelių judėjimu: kietuosiuose kūnuose jos yra sukibusios ir gali judėti tik kartu, skysčiuose „savarankiškai juda pirmyn ir atgal dėl daugelio tarpų, liekančių tarp gretimų dalelių", o dujose juda laisvai. „Kai vanduo pasidaro tikrai karštas, — rašo R. Boilis, — dalelių judėjimas tampa akivaizdus, daug audringesnis ... ir sukelia garavimą, nes dalelės dėl jų patiriamo sužadinimo įgyja galimybę pakilti į orą." Tačiau, pasak Boilio, šiek tiek garuoja netgi kietieji kūnai.

Tos Boilio idėjos buvo per ankstyvos, jas pripažino tik XIX a. fizikai.

Gyvenime R. Boilis buvo tikras anglų džentelmenas — labai mandagus, pareigingas, geranoriškas, gerbiantis kitų nuomonę, nesiveldavo į ginčus dėl prioriteto, nors savuosius rezultatus gindavo atkakliai. Kaip didikas ir kaip garsus mokslininkas, Boilis buvo kviečiamas į karaliaus rūmus, jam siūlyti pero ir vyskupo titulai, bet jis tos garbės atsisakė. Užtat Boilis priėmė pasiūlymą būti Rytų Indijos kompanijos tarybos nariu dėl galimybės remti misionierių veiklą Azijoje ir girdėti ataskaitas apie Indijos gamtos turtus, savitą jos kultūrą.

Oksforde apie Boilį būrėsi naujojo mokslo šalininkų grupė, „neregimoji kolegija", kurios nariai reguliariai rinkdavosi ir svarstydavo mokslo problemas bei naujus atradimus. Į ją įėjo matematikai Dž. Volis ir Dž. Vilkinsas, astronomas S. Fosteris ir kiti žinomi anglų mokslininkai.

Apie 1660 m. didesnė dalis būrelio narių persikėlė į Londoną ir čia 1660 m. kartu su panašios grupelės, egzistavusios Anglijos sostinėje, nariais įkūrė Kolegiją fizikos ir matematikos eksperimentinėms žinioms plėtoti. Jai pavyzdžiu buvo anksčiau Romoje įkurta Bandymų akademija, kuriai kaip užsienio narys priklausė ir R. Boilis. Netrukus panašios mokslų akademijos ėmė kurtis ir kitose Europos šalyse. Jų tikslas buvo vienyti naujojo mokslo šalininkus ir keistis moksline informacija.

Kolegija, pripažinta karaliaus Karolio II, 1662 m. buvo pervadinta Londono karališkąja draugija tolimesniam mokslų apie gamtą, atliekant bandymus, bei naudingų menų plėtojimui, o trumpai vadinta tiesiog Londono karališkąja draugija. Boilio pasiūlymu draugija įsteigė du pastovius etatus: mokslinio sekretoriaus ir demonstruotojo. Pastarąjį užėmė R. Hukas. 1665 m. draugija ėmė leisti pirmąjį mokslo žurnalą „Karališkosios draugijos mokslo darbai“. R. Boilis buvo šios draugijos centrinė figūra, nors ir atsisakė jos prezidento pareigų.

Londone Boilis gyveno pas savo seserį, nes liko nevedęs. Jų namai buvo atviri visiems besidomintiems mokslu. Kiekvienas žymesnis užsienio mokslininkas, atvykęs į Angliją, laikė būtina pamatyti Boilį, kuris tuo metu tarsi įkūnijo Anglijos mokslą. Jam vis dėlto teko nustatyti lankymo valandas, antraip nelikdavo laiko moksliniam darbui. Nors Boilį vis labiau kankino ligos, jis išliko kūrybingas ligi pačios mirties 1691 m. gruodžio 30 d. R. Boilis buvo palaidotas Anglijos panteone — Vestminsterio abatijoje.



Kristianas HEIGENSAS (1629—1695)

1609 METAIS ŠIAURINĖS NYDERLANDŲ PROVINCIJOS IŠSIKOVOJO NEPRIKLAUSOMYBĘ IR ĮKŪRĖ OLANDIJOS RESPUBLIKĄ, KURI TAPO DEMOKRATIŠKIAUSIA IR MAŽIAUSIAI ŽMOGAUS TEISES VARŽANČIA EUROPOS VALSTYBE. JOJE SUKLESTĖJO MENAS IR MOKSLAS — VISOJE EUROPOJE GARSĖJO DAILININKAI REMBRANDTAS, RUBENSAS IR A. VAN DEIKAS BEI MOKSLO GENIJUS K. HEIGENSAS.

Kristianas Heigensas (Ch. Huygens) gimė 1629 m. balandžio 14 d. Hagoje įtakingo valstybės veikėjo Konstantino Heigenso šeimoje. Tėvas buvo princų Oraniečių patarėjas, diplomatinis pasiuntinys, vėliau — valstybės tarybos pirmininkas, o kartu žinomas poetas, poliglotas, mokslininkas mėgėjas. Kristiano motina mirė, kai jis dar buvo mažas. Vaikas nuo mažumės išsiskyrė ypatingais gabumais, puikia atmintimi. Aštuonerių metų jis jau kalbėjo lotyniškai, devynerių — išmanė geografijos ir astronomijos pagrindus, dešimties — rašė eiles lotynų kalba. Jam ypač sekėsi matematika, labai mėgo konstruoti įvairius mechanizmus. Kristianas buvo smulkaus sudėjimo ir švelniais bruožais bei geraširdišku būdu priminė mergaitę. Jį, kaip ir kitus savo vaikus, iš pradžių mokė tėvas, vėliau — namų mokytojai.

Šešiolikos metų Heigensas įstojo į Leideno universitetą. Vykdydamas tėvo norą, jis studijavo teisę, tačiau atskirai mokėsi matematikos pas žinomą tos srities specialistą profesorių F. van Šoteną. Į tiksliuosius mokslus Kristianą kreipė M. Mersenas, kuris susirašinėjo su jo tėvu ir, sužinojęs apie jaunuolio gabumus, ėmė ir jam rašyti laiškus, siūlydamas įdomias problemas.

K. Heigensui mokslininko pavyzdys buvo Archimedas, tad iš pradžių jaunuolis netgi rinkosi Archimedo spręstas problemas (skaičiaus π nustatymą, geometrinių kreivių savybes, kūnų plaukiojimą skystyje), o gaurus rezultatus aprašinėjo Archimedo veikalų stiliumi. Vėliau Heigensas nustojo mėgdžiojęs savo idealą, bet sugebėjimu derinti gilų matematinį nagrinėjimą ir kruopščius eksperimentus, taikyti savo rezultatus praktikoje vaisingai tęsė didžiojo graikų mokslininko tradiciją.

Didelę įtaką K. Heigensui padarė ir R. Dekarto mokymas. Šio filosofo šalininkas ir netgi artimas draugas buvo Kristiano tėvas. Heigensas pritarė Dekarto teiginiams, kad kūnų sąveikos gamtoje perduodamos tik tiesiogiai, o visa fizika gali būti interpretuojama kaip mechanika. Tačiau Heigensas aklai nepasitikėjo Dekarto pateiktais reiškinių prigimties aiškinimais ir konkrečiomis išvadomis, tikrino juos ir neretai kritikuodavo savo mokytoją.

K. Heigensas nebaigė teisės studijų (tiesa, vėliau jis už pinigus buvo nusipirkęs teisės mokslų daktaro laipsnį, bet juo nesinaudojo) ir atsidėjo fizikai.

Pirmasis svarbus Heigenso atliktas fizikos tyrimas buvo 1652—1653 m. jo sukurta tampriųjų smūgių teorija. Tokių smūgių taisykles buvo pateikęs dar R. Dekartas, tačiau, neatsižvelgdamas į tai, kad judėjimo kiekis yra vektorinis dydis, jis padarė klaidų. Heigensas nustatė teisingas taisykles. Atlikdamas šį darbą, jis suformulavo tvermės dėsnį, teigiantį, kad „kiekvieno kūno" ir jo greičio kvadrato sandaugų suma smūgio metu nesikeičia. „Kūną" suprantant kaip jo masę (kurios sąvoka dar nebuvo vartojama), dėsnis atitinka kinetinės energijos tvermę. Tie rezultatai buvo aprašyti Heigenso veikale „Traktatas apie kūnų smūgius", tačiau dėl labai didelio autoriaus reiklumo savo darbams ir ketinimo papildyti gautus rezultatus šis veikalas taip ir nebuvo atspausdintas (jis išleistas tik po Heigenso mirties). Tiesa, pagrindinius rezultatus Heigensas pranešė kitiems mokslininkams, ir jais buvo naudojamasi.

1652 m. pabaigoje Heigensas susidomėjo optinių prietaisų — teleskopų ir mikroskopų — teorija ir čia gavo svarbių rezultatų (jie irgi liko nespausdinti). Tarp kitko, jis parodė, kaip, parenkant lęšio formą, galima sumažinti daiktų atvaizdų iškraipymą. Tai įgalino pagerinti prietaisų kokybę, ir Heigensas pats kartu su broliu Konstantinu ėmėsi šlifuoti lęšius bei gaminti teleskopus. Namuose jie įrengė tikrą šlifavimo dirbtuvę ir, atkakliai dirbdami, netrukus pralenkė stiklų šlifavimo meistrus. 1655 m. K. Heigensas savo gamybos teleskopu atrado didžiausią Saturno palydovą Titaną, bet Marso ir Veneros palydovų aptikti jam nepavyko. Po kelerių

metų dar tobulesniu prietaisu jis išsprendė Saturno mįslę (dar G. Galilėjus buvo pastebėjęs, kad ši planeta turi keistą pavidalą — iš šonų tarsi dėmeles, kurios tarpais dingsta). Heigensas įžvelgė, jog Saturną supa tuščiaviduris žiedas.

Vis dėlto labiausiai Heigensą išgarsino svyruoklinio laikrodžio išradimas. Jo idėja prieš mirtį buvo kilusi G. Galilėjui, bet šis jau nebegalėjo jos įgyvendinti, tad perdavė savo sūnui Vinčencui. Deja, pastarasis po kelerių metų irgi mirė. Anot Heigenso, sumanymas jam kilo nepriklausomai; jis sugalvojo originalią laikrodžio konstrukciją ir pats ją įgyvendino. 1657 m. Heigensas paskelbė sukūręs laikrodį ir gavo patentą, o po metų aprašė savo išradimą knygoje „Laikrodis". Prietaisu domėjosi įvairių šalių vyriausybės, nes manyta, kad jis padės išspręsti svarbią laivybos problemą — nustatyti laivo vietos jūroje geografinę ilgumą. Deja, vėlesni bandymai parodė, kad laivo supimasis trikdo svyruoklės judėjimą. Tada Heigensas pasiūlė kitokį laikrodžio mechanizmą — su prisukama spyruokle ir spyruokliniu reguliatoriumi, t. y. balansyru. Tai buvo panaudota kišeniniams bei rankiniams laikrodžiams kurti. Siekdamas optimizuoti laikrodžio konstrukciją, Heigensas įsigilino į svyruoklės ir kitų jos dalių veikimą ir išsprendė kai kuriuos bendrus judėjimo uždavinius. Jis įvedė fizikinę svyruoklę, kurios masė sukoncentruota ne svyruoklės gale, o pasiskirsčiusi per visą jos ilgį. Heigensas aprašė kūno judėjimą apskritimu ir gavo įcentrinės jėgos išraišką. Tai buvo aprašyta jo knygoje „Svyruoklinis laikrodis, arba apie svyruoklės judėjimą", kuri pasirodė tik 1673 m. ir buvo įvertinta kaip vienas svarbiausių to metu mokslo veikalų.

Po labai kūrybingų 1655—1660 metų, kuriuos Heigensas praleido Hagoje, jis nutarė užmegzti tiesioginius ryšius su garsiausiais Europos mokslininkais, pagaliau susirinkti savo pripažinimo vaisius. Jis lankėsi Paryžiuje, Londone ir kituose mokslo centruose, buvo priimtas į Londono karališkąją draugiją, gavo Prancūzijos karaliaus premiją, susilaukė ne tik mokslininkų, bet ir karalių bei didikų dėmesio.

Įžvalgus Prancūzijos karaliaus pirmasis ministras Ž. Kolberas, rėmęs mokslą, 1665 m. įkūrė Paryžiaus mokslų akademiją. K. Heigensui buvo pasiūlyta persikelti į Paryžių, tapti akademijos nariu, gauti didelę pastovią algą. Heigensas kvietimą priėmė ir dvylika metų su nedidelėmis pertraukomis gyveno bei kūrė Paryžiuje, buvo vienas iš aktyviausių akademijos narių.

Tuo laikotarpiu mokslininkas išplėtojo banginę šviesos teoriją. Jis teigė, kad šviesa sklinda eteriu — labai lengva, bet stangria medžiaga, kurios dalelės užpildo visus tarpus tarp kūnų ir jų viduje. Šviečiančio kūno

dalelės kažkokiu būdu periodiškai stumdo jas supančias eterio daleles, o kiekviena eterio dalelė savo ruožtu — aplink ją esančias eterio daleles. Tuo remdamasis, Heigensas suformulavo dabar jo vardu vadinamą principą, kuris įgalina nustatyti šviesos bangos judėjimą: kiekvienas bangos taškas sukuria į visas puses sklindančią elementarią bangą, kurių gaubtinė ir sudaro bangos frontą. Heigensas paaiškino šviesos atspindį, lūžimą, visiškąjį vidaus atspindį, taip pat neseniai pastebėtą dvejopą šviesos lūžimą islandiškojo špato kristale. Tiesa, Heigenso banginė teorija negalėjo apibūdinti paprasto reiškinio — siauro šviesos spindulio tiesiaeigio sklidimo. Be to, jis manė, kad šviesos bangos yra išilginės, o ne skersinės, kaip yra iš tikrųjų.

Tuo pačiu metu kaip ir K. Heigensas kitokią šviesos teoriją plėtojo I. Niutonas. Jis teigė, kad šviesa yra dalelių srautas. Tačiau ir vienas, ir kitas mokslininkas neskubėjo skelbti savo rezultatų. Heigenso veikalas „Traktatas apie šviesą" buvo atspausdintas tik 1690 m., o Niutono „Optika" — 1703 m. Abu didieji fizikai 1689 metais buvo keletą kartų susitikę, bet apie jų diskusijas neišliko jokių žinių.

K. Heigensui gyvenant Paryžiuje, Prancūzija užpuolė Olandiją. Mokslininkas nebuvo persekiojamas, tačiau tautiečiai jį kaltino patriotizmo stoka, ypač po to, kai Heigensas, stengdamasis sutvirtinti savo padėtį, „Traktatą apie šviesą" dedikavo Prancūzijos karaliui.

1681 m. Heigensas jau nebe pirmą kartą susirgo nervų liga — jį apėmė depresija, o tarpais jis elgdavosi iššaukiamai. Brolis jį išvežė gydytis į Hagą, tačiau pasveikusiam Heigensui jau neteko grįžti į Paryžių — mirė jo globėjas Kolberas, čia buvo pradėti persekioti protestantai, tad mokslininkas tapo nebepageidaujamas. Jis gyveno Hagoje su savo tėvu, o po jo mirties — visai vienas (Heigensas nebuvo vedęs).

Paskutinis Heigenso veikalas „Pasaulio stebėtojas", išleistas po mokslininko mirties, buvo pusiau mokslinis, pusiau filosofinis kūrinys. Jame autorius dėstė savo pažiūras į pasaulio sandarą, propagavo Koperniko sistemą, bet plačiausiai nagrinėjo gyvybės egzistavimo kitose planetose galimybę. Heigensas manė, kad gyvųjų būtybių yra ne tik Žemėje, bet galbūt ir Jupiteryje bei Saturne, o tenykštės gyvybės formos turėtų būti panašios į žemiškąsias.

K. Heigensas mirė 1695 m. liepos 8 d. savo gimtajame mieste. XVIII a. pradžioje pasirodė nemažai jo nespausdintų darbų, o pilni raštai, sudarantys 22 tomus, buvo baigti leisti tik XX a. viduryje.



Robertas HUKAS (1635—1703)

IŠ ŽYMIŲ XVII AMŽIAUS FIZIKŲ PLEJADOS R. HUKAS IŠSISKIRIA YPATINGU KŪRYBIŠKUMU IR ENCIKLOPEDIZMU, GILIOMIS IDĖJOMIS, KURIŲ DAUGELIS, DEJA, LIKO IKI GALO NEĮGYVENDINTOS.

Visi anksčiau aprašyti mokslininkai buvo kilę iš kilmingų šeimų, nes ligi atgimimo talentams iš žemesniųjų visuomenės sluoksnių kelias į mokslą buvo praktiškai neįmanomas, o ir vėliau sunkiai pasiekiamas. R. Huko tėvas buvo tik neturtingas pastorius, dirbęs nedidelėje žvejų ir sodininkų gyvenvietėje Vaito saloje, priešais Portsmuto uostą (Pietų Anglija).

Robertas Hukas (R. Hooke) gimė 1635 m. liepos 18 d. Jis buvo menkas ir liguistas berniukas, tad tėvas jo neleido į mokyklą, o pats pamokė skaityti ir rašyti. Robertas daug piešė, gamino įvairius žaisliukus, vėjo ir vandens malūnų modelius. Kai jam sukako 13 metų, mirė tėvas ir paliko sūnui 100 funtų sterlingų — nemažą tais laikais sumą. Robertas nutarė, kad tuos pinigus geriausia panaudoti mokslui. Jis įstojo į privačią Londono mokyklą, be to, lavinosi savarankiškai ir 1653 m. buvo priimtas į Oksfordo universitetą. Deja, tuo metu baigėsi tėvo palikimas, taigi Hukui, norint tęsti studijas, teko uždarbiauti. Jis giedojo bažnyčios chore, vėliau įsidarbino pas chemijos dėstytoją laborantu. 1654 m. nagingas ir gabus jaunuolis buvo rekomenduotas R. Boiliui ir priimtas į jo laboratoriją asistentu.

R. Boilis tapo tikruoju Huko mokytoju, įdiegė jam eksperimento metodiką ir bendras mokslines pažiūras, paremtas F. Bekono ir R. Dekarto idėjomis. Boilis davė Hukui ir pirmą rimtą užduotį — patobulinti Gėrikės oro siurblį. Ligi šiol mokslo istorikai nesutaria, kas buvo tikrasis šio siurblio išradėjas: vieni jį vadina Huko siurbliu, kiti — Boilio, o treti — Boilio ir Huko. Tiesa, matyt, yra per vidurį — Boilis išanalizavo ankstesniojo siurblio trūkumus ir numatė jo tobulinimo galimybes, o Hukas kūrybiškai įgyvendino tą sumanymą.

R. Hukas ėmė lankyti Oksfordo mokslininkų būrelio „neregimosios kolegijos" susirinkimus, tad nenuostabu, kad, įkūrus Londono karališkąją draugiją, 1662 m. buvo pakviestas užimti jos eksperimentų kuratoriaus etatą. Kuratorius privalėjo kas savaitę vykstančiuose draugijos posėdžiuose demonstruoti 3—4 naujus bandymus, atliktus kitose šalyse, pasiūlytus draugijos narių arba sugalvotus jo paties. Pastarųjų būdavo daugiausia — Hukas pasirodė esąs genialus išradėjas, jam kildavo daugybė idėjų iš visų gamtos mokslų, o ypač iš fizikos. Galvodamas apie kurį nors gamtos reiškinį, jis surašydavo ištisą klausimyną, keldavo įvairias hipotezes ir kartu numatydavo jų patikrinimo galimybes. Draugijos nariai išrinkdavo įdomiausius jiems klausimus, ir netrukus Hukas parengdavo atitinkamus eksperimentus.

Vykdydamas tas pareigas penkiolika metų (iki buvo išrinktas draugijos sekretoriumi), Hukas, jo paties teigimu, atliko apie du tūkstančius eksperimentų. Juos demonstruodamas, iškeldavo naujų idėjų, genialių spėjimų, tačiau jie dažniausiai likdavo nepatikrinti, nepakankamai pagrįsti, nes mokslininkas skubėjo imtis naujų eksperimentų. Jis siūlė naujus prietaisus bei įrenginius ir pats juos konstravo. R. Hukas išrado vėjomatį, maksimumo termometrą, lietaus matuoklį, jūros gylio matuoklį, oro šautuvą, optinį telegrafą, sukonstravo mechaninę skaičiavimo mašiną, atliekančią keturis aritmetikos veiksmus, patobulino laikrodį, teleskopą ir mikroskopą, bandė gaminti skraidymo aparatą, mechaninius raumenis, dirbtinį šilką ir daug kitų dalykų.

R. Hukas parašė palyginti nedaug veikalų, žymiausias iš jų — „Mikrografija", išleista 1665 metais. Didžioji jos dalis skirta stebėjimams pro mikroskopą, kurį Hukas buvo gerokai patobulinęs (pridėjęs prie okuliaro dar vieną lęšį, išradęs originalų įrenginį tiriamam objektui apšviesti). Tirdamas kamštį, Hukas atrado ląstelę — pagrindinę augalų sandaros dalį. Stebėdamas pro mikroskopą gamtoje aptinkamus keistos struktūros akmenis, Hukas priėjo išvadą, kad tai yra suakmenėjusios senovės augalų ir gyvūnų liekanos, o ne gamtos išdaigos, kaip manė jo amžininkai. Tuo

remdamasis, vėliau jis pirmasis iškėlė drąsią mintį, kad augalų ir gyvūnų rūšys per amžius neišlieka vienodos, o gali keistis.

„Mikrografijoje" Hukas plačiai aprašė vabzdžių akių ir sparnų, paukščių plunksnų sandarą bei spalvas. Norėdamas paaiškinti spalvų susidarymą, jis tyrinėjo plonų plėvelių — riebalų dėmių vandenyje, muilo burbulų, plonų žėručio skaidulų — spalvas ir padarė tokią išvadą: spalvos atsiranda užsiklojus šviesai, atsispindėjusiai nuo plėvelės priekinės ir užpakalinės pusės. Čia galima įžvelgti interferencijos principo užuomazgą. Tačiau Huko spalvų teorija remiasi Aristotelio idėja, kad pirminė spalva yra balta, o visos kitos atsiranda „pažeidžiant baltos spalvos paprastumą". Tikrai originali buvo Huko šviesos teorija. Jis pirmasis iškėlė mintį, kad šviesa yra labai greiti ir trumpi svyravimai, sklindantys tam tikra neregima aplinka. Taigi R. Hukas anksčiau nei K. Heigensas įžvelgė banginę šviesos prigimtį. Jis netgi teisingai spėjo, kad tie svyravimai yra skersiniai, o ne išilginiai. Antra vertus, Heigensas nuėjo gerokai toliau — išplėtojo banginę teoriją ir, ja remdamasis, matematiškai paaiškino įvairius šviesos reiškinius.

Iki „Mikrografijos" išleidimo Hukas buvo žinomas tik tarp Karališkosios draugijos narių. Ši knyga išgarsino jį mokslo pasaulyje. O paties Huko piešti labai tikslūs ir gražūs vaizdų pro mikroskopą paveikslėliai (musės akis, augalų ląstelės ir kt.) buvo pateikiami gamtos mokslų vadovėliuose net ligi XX a.

1664—1666 m. Londoną nusiaubė dvi didelės nelaimės: maras ir gaisras. Nuo maro mirė apie 70 000 žmonių. Hukas neskubėjo išvykti iš miesto, kaip daugelis Karališkosios draugijos narių, jis rinko informaciją, kaip užsikrečiama šia liga, ir bandė įžvelgti jos priežastis. Po epidemijos Hukas buvo išrinktas Grešemo kolegijos geometrijos profesoriumi ir gavo butą jos pastate. Tai jam buvo labai patogu, nes ten pat buvo įsikūrusi ir Karališkoji draugija su jos biblioteka bei laboratorija. Šis pastatas išliko ir per didįjį Londono gaisrą, kurio metu sudegė apie pusę namų.

Nežinoma, ar Hukas ligi gaisro turėjo gilesnių architektūros žinių, tačiau jis dalyvavo konkurse Londono atstatymo planui parengti ir pasiūlė įdomų projektą — taisyklingą stačiu kampu susikertančių gatvių tinklą. Naujoviška idėja nebuvo priimta (vėliau ji realizuota statant Niujorką), bet Hukas paskirtas statybos darbų prižiūrėtoju ir faktiškai tapo miesto vyriausiojo architekto pavaduotoju. Londono atstatymu jis rūpinosi maždaug trisdešimt metų, pats suprojektavo keletą rūmų, gydytojų kolegiją, garsiąją psichiatrijos ligoninę Bedlamą, daugelį gyvenamųjų namų.

Tuo pačiu metu, dirbdamas už kelis, kaip Karališkosios draugijos eksperimentų kuratorius, profesorius, architektas, Hukas ėmėsi dar vienų pareigų. Mecenatas Dž. Katleris, sužavėtas Huko pranešimų Karališkojoje draugijoje, pasiūlė jam 16 kartų per metus skaityti paskaitas įvairiais mokslo klausimais draugijos nariams. Už tai jam buvo pažadėtas didelis atlyginimas, tiesa, mokėtas ne taip reguliariai, kaip buvo skaitomos paskaitos.

Išsiskirianti Huko figūra buvo pažįstama daugeliui londoniečių. Štai kaip ją aprašė vienas iš Huko pažįstamų: „Jo išvaizda buvo sunkiai apibūdinama. Jis smarkiai kūprinosi, nors, kaip teigė pats ir kiti, ligi šešiolikos metų buvęs tiesus... Taigi į kuprą sumetė nuolatinis darbas prie tekinimo staklių ir kiti kūną iškreipiantys užsiėmimai, nes jis buvo gležnas ir silpnas... Jis visada buvo labai išblyškęs ir liesas, o vėliau iš jo liko vien oda ir kaulai — tiesiog perkaręs. Jo akys buvo pilkos ir iššokusios, žvilgsnis jaunystės metais — aštrus ir protingas... Jis augino labai ilgus tamsiai kaštoninius plaukus, kurie nepakirpti ir tiesūs krito jam ant veido... Vaikščiojo palinkęs ir labai greitai". Huko portreto neišliko, pateikiamas šioje knygoje yra nupieštas pagal jo išvaizdos aprašymus.

Hukas bendravo su daugeliu žmonių ir negailėjo jiems patarimų bei žinių, bet ilgainiui darėsi vis uždaresnis ir įtaresnis. Jo santykius su kitais mokslininkais gadino ginčai dėl atradimų prioriteto. Ne tik savo darbuose, bet ir per viešas demonstracijas bei paskaitas Hukas iškeldavo daugybę idėjų, kartais labai originalių, nors neretai ir klaidingų. Jų patikrinimą ir išplėtojimą jis laikė mažiau svarbiu dalyku, be to, jam tiesiog pritrūkdavo laiko moksliniams tyrimams. Tačiau kai kitas mokslininkas įrodydavo tai, ką Hukas buvo įspėjęs savo patyrimu ir intuicija, arba nepriklausomai pakartodavo ir išplėtodavo atradimą, Hukas reikšdavo pretenzijas į pirmumą, apkaltindavo priešininką plagijavimu, nesąžiningumu ir pan. Kartais rašoma, kad Hukas savindavosi kitų atradimus. Iš tikrųjų jis, matyt, tikėjo savo teisumu ir buvo savaip teisus, nors negriežtai suformuluota idėja ir nuosekliai įrodytas atradimas — tai toli gražu ne tas pats.

Kai Karališkosios draugijos posėdyje buvo perskaitytas K. Heigenso pranešimas apie laikrodžio su balansyru išradimą, R. Hukas iš karto pareiškė, kad panašų mechanizmą yra demonstravęs draugijos posėdyje. Deja, protokolų knygoje įrašo apie tai nerasta. (Vėliau istorikai įrodė, kad balansyro idėja Hukui tikrai buvo kilusi, bet pirmasis jos taikymas, matyt, nelabai pavyko, tuo tarpu Heigensas laikrodžio konstrukciją apgalvojo ypač kruopščiai.) Hukas apkaltino Draugijos sekretorių H. Oldenburgą, kad šis pranešė apie jo išradimą Heigensui ir apskritai yra pastarojo šnipas Karališkojoje draugijoje.

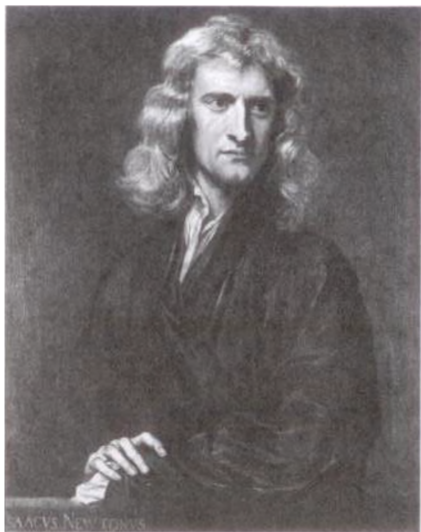
Plačiai yra žinomi Huko ginčai su jaunesniuoju jo amžininku (gimusiu septyneriais metais vėliau) I. Niutonu. Šis 1672 m. pateikė Karališkajai draugijai savo memuarą, kuriame įrodė, kad balta šviesa yra įvairių spalvų šviesos mišinys. Veikalas buvo atiduotas vertinti R. Hukui, kuris pripažino Niutono bandymus esant teisingus, bet kartu nurodė, kad jis pats yra atlikęs šimtus panašių bandymų ir gavęs tokius pačius rezultatus. Įtikėjęs savąja anksčiau skelbta spalvų teorija, Hukas atmetė teisingas Niutono išvadas. Jį užsipuolė ir kai kurie kiti kritikai. Nepagrįsti kaltinimai įžeidė Niutoną ir susilaukė piktų jo atsakymų. Vengdamas tolesnės diskusijos su Huku, Niutonas atidėjo savo pagrindinio „Optikos" veikalo spausdinimą ilgam laikui — ligi Huko mirties.

Kitas ginčas tarp Huko ir Niutono kilo dėl visuotinės traukos dėsnio atradimo. Mintis, kad dangaus kūnų judėjimą sukelia tarp jų veikianti jėga ir kad ta pati jėga reiškiasi Žemėje kaip jos trauka, formavosi ilgą laiką, ir prie to prisidėjo daugelis mokslininkų. Kaip buvo minėta, dar V. Džilbertas spėjo, kad Saulė traukia planetas tarsi magnetas geležį. J. Kepleris savo veikale „Visatos paslaptis" rašė, jog planetas judina iš Saulės kylanti jėga, tačiau manė, kad ta jėga silpnėja proporcingai atstumui nuo planetos iki Saulės, o veikia tik plokštumoje, kurioje juda planetos. Dž. Borelis ir I. Bulijo bandė aiškinti, kaip Saulė veikia planetas. Tačiau būtent R. Hukas pirmasis 1674 m. atspausdintame etiude apie Žemės judėjimą paskelbė aiškiai suformuluotą visuotinės traukos hipotezę: „Visi dangaus kūnai traukia į savo centrus ta prasme, kad jie ne tik traukia savo pačių dalis, kliudydami joms nutolti, kaip tai matome Žemėje, bet ir kitus dangaus kūnus, esančius jų veikimo sferoje". Tiesa, Hukas manė, kad ta jėga silpnėja proporcingai atstumui. 1680 m. jis įžvelgė teisingą, kvadratinę, priklausomybę ir pranešė apie tai I. Niutonui. Šis, kaip liudija jo užrašai, visuotinės traukos dėsnį buvo atradęs dar 1665—1666 metais, bet jo nepaskelbė dėl priežasčių, minėtų straipsnyje apie Niutoną. Huko laiškas, matyt, paskatino Niutoną grįžti prie šios problemos, ir 1687 m. jis tiksliai suformuluotą dėsnį kartu su įrodymu, kad tokios jėgos veikiamos planetos turi judėti elipsėmis, paskelbė savo veikale „Gamtos filosofijos matematiniai pagrindai". Huko darbas ten, deja, nebuvo paminėtas, tad kilo nauja polemika, ir Niutonas savo veikalo antrajame leidime sutiko trumpai nurodyti Huką tarp kitų savo pirmtakų.

Idant kiti mokslininkai nepasinaudotų jo idėjomis, Hukas apie jas ėmė skelbti tik užuominomis arba užšifruota forma. Antai 1676 m. išleistame „Helioskopo ir kai kurių kitų instrumentų aprašyme" buvo pateik-

tas priedas su dešimties atradimų bei išradimų sąrašu. Tarp kitų užšifruotų atradimų trečiuoju nurodytas toks: „Teisinga tamprumo arba lankstumo teorija ir atskiri jos paaiškinimai įvairiems daiktams, kuriems ji galioja, taip pat jų veikiamų kūnų greičio skaičiavimo būdas ceiiinosssttuv". Tik po 12 metų Hukas paaiškino šią anagramą — ji lotyniškai aprašė tamprumo dėsnį, dabar vadinamą Huko dėsniu: „Ut tensio, sic vis" („Koks pailgėjimas, tokia ir jėga"). Deja, kai kurie jo minėti atradimai taip ir liko nepaskelbti.

Antrojoje gyvenimo pusėje Huką vargino įvairios ligos. Jis gėrė daug tuo metu vartotų vaistų: gyvsidabrį, ištirpdytą geležį ir kitus metalus, įvairius mineralus bei žoles, tačiau savijauta blogėjo. Jo buitimi rūpinosi dukterėčia, o vėliau — jaunas padėjėjas. Iš architekto užsakymų Hukas buvo susikrovęs nemažą turtą, ketino dalį jo palikti Karališkajai draugijai jos rūmams pastatyti, bet sumanymas liko neįgyvendintas. Hukas mirė 1703 m. kovo 3 d., eidamas šešiasdešimt aštuntuosius metus.



Izaokas NIUTONAS (1643—1727)

PAGAL ĮVAIRIAS MOKSLININKŲ BEI VISUOMENĖS APKLAUSAS, I. NIUTONAS UŽIMA VIENĄ IŠ AUKŠČIAUSIŲ VIETŲ ĮŽYMIAUSIŲ VISŲ LAIKŲ PASAULIO MOKSLININKŲ SĄRAŠE, NETGI DAŽNAI — PIRMĄJĄ. JO ATRADIMAI TURĖJO DIDELĘ ĮTAKĄ NE TIK FIZIKOS, BET IR VISO MOKSLO BEI CIVILIZACIJOS RAIDAI.

Izaokas Niutonas (I. Newton) gimė 1643 m. sausio 4 d. (pagal to meto laiko skaičiavimą, 1642 metais per Kalėdas) Anglijoje, Vulstorpo kaime, apie 150 km į šiaurę nuo Londono. Jo tėvai valdė nedidelę, bet pelningą fermą. Deja, tėvas mirė keli mėnesiai prieš vaiko gimimą. Motina gimdė prieš laiką, ir kūdikis atėjo į pasaulį labai lengvas bei mažas, jį buvo „galima išmaudyti dideliame alaus bokale". Artimieji manė, kad mažylis neišgyvens, bet, laimei, prognozė neišsipildė.

Kai Izaokas sulaukė 3 metų, motina ištekėjo antrą kartą — už pastoriaus — ir išvyko pas jį gyventi, o Vulstorpe paliktą vaiką augino jo močiutė. Berniukas augo vienišas, mažai draugavo su kaimo vaikais, nes negalėjo varžytis su jais fiziškai, bet pranoko juos protu, kas irgi nėra atleidžiama. Izaokas mokėsi kaimo mokykloje, mėgo piešti, meistrauti žaislus. Dvylikos metų jis buvo priimtas į karališkąją mokyklą netolimame Grentemo miestelyje.

Čia Niutonui pasimokius porą metų, jo motina vėl liko našlė ir su trimis mažais vaikais grįžo į Vulstorpą. Ji atsiėmė Izaoką iš mokyklos, kad šis padėtų ūkyje. Tačiau jis nelinko į žemės darbus, buvo mąslus ir

išsiblaškęs, skaitė knygas, meistravo saulės ir vėjo laikrodžius bei kitokius mechanizmus, vykdė kaimiečių požiūriu keistus bandymus (pavyzdžiui, per audrą šokinėjo pavėjui ir prieš vėją, norėdamas nustatyti jo jėgą). Tad Niutono dėdei pastoriui ir Grentemo mokyklos direktoriui užtarus, Niutonas grįžo į šią mokyklą ir ją baigė.

Tuo metu jis patyrė pirmąją ir galbūt vienintelę savo gyvenime meilę — vaistininko, pas kurį gyveno Grenteme, augintinei Katerinai Stori. Deja, netrukus Niutonas išvyko mokytis į Kembridžo universiteto Triniti (šv. Trejybės) kolegiją, o vėliau, tapęs jos nariu, pagal viduramžių paprotį turėjo likti nevedęs.

Tuo metu Kembridžo universitete dar vyravo teologija ir scholastika, Galilėjaus ir Dekarto idėjos čia sunkiai skynėsi kelią. Niutonas studijavo matematiką, teologiją, senąsias kalbas, filosofiją ir kaip jos dalį — fiziką. Jis daug dirbo savarankiškai, kambario draugas užmigdamas matydavo jį palinkusį prie knygos ties žvake ir pabudęs išvysdavo sėdintį ta pačia poza. Tiesa, retkarčiais Niutonas dalyvaudavo studentų pobūviuose ir netgi lošdavo kortomis. Jis buvo labai taupus, pirkdavo sau tik būtiniausius dalykus, bet negailėjo pinigų knygoms ir prietaisams. Trečiaisiais mokslo metais Niutonas labai susidomėjo optika, ėmė rinkti lęšius, prizmes, veidrodžius, žiūronus ir kitokius prietaisus, pats konstravo ir vykdė paprastus bandymus. 1665 m. pradžioje jis gavo bakalauro laipsnį. Tuo metu Anglijoje kilo maro epidemija, universitetas buvo uždarytas ir Niutonas, susikrovęs savo mokslinį turtą — prietaisus ir knygas, — išvyko į gimtąjį kaimą.

Vulstorpe jis gyveno beveik dvejus metus. Prie žemės darbų namiškiai jo neragino, vietos dideliame name buvo pakankamai, dėl maro grėsmės žmonės mažai bendravo vieni su kitais, tad Niutonas turėjo idealias sąlygas susikaupti moksliniam darbui. Tai buvo patys kūrybingiausi jo gyvenimo metai. Čia jis padarė didžiausius savo atradimus, parengė mokslinę programą visam gyvenimui ir nemažą jos dalį įvykdė.

Iškylantiems fizikos uždaviniams spręsti Niutonas sukūrė aukštosios matematikos pagrindus. Jis įvedė priklausančius nuo laiko dydžius fliuentes bei jų kitimo spartas fliuksijas ir 1665 m. pabaigoje—1666 m. pradžioje išplėtojo diferencialinį bei integralinį skaičiavimą, kurį aprašė penkiuose nedideliuose memuaruose. G. V. Leibnicas panašius rezultatus gavo nepriklausomai tik 1673—1676 metais.

Tais pačiais metais Niutonui kilo visuotinės traukos idėja. Gal, anot garsios legendos, pradinį impulsą jam suteikė nukritęs obuolys — apie tai Niutonas yra pasakojęs keliems žmonėms. Tačiau tikroji atradimo istorija

daug sudėtingesnė. Niutonui buvo žinomi Keplerio spėjimai apie jėgą, kuria Saulė veikia planetas. Remdamasis trečiuoju Keplerio dėsniu, Niutonas matematiškai įrodė, kad ši jėga turi būti atvirkščiai proporcinga atstumo kvadratui. Padaręs prielaidą, kad Žemė tos pačios prigimties jėga veikia Mėnulį, jis parodė, kad toji Žemės trauka paaiškina ir kūnų svorio atsiradimą. Taip Niutonas priėjo išvadą apie fundamentinės traukos jėgos egzistavimą.

Vulstorpe jis atliko kruopščius bandymus, norėdamas nustatyti šviesos spalvų prigimtį. Dar prieš Niutoną buvo žinoma, kad šviesos spindulys, lūždamas skaidrioje stiklinėje prizmėje, virsta spalvotų spindulių pluoštu, tačiau buvo manoma, kad spalvos atsiranda, baltai šviesai sąveikaujant su prizme. Niutonas daugeliu išmoningų bandymų paneigė įsigalėjusią ir tarsi akivaizdžią nuomonę, kad balta šviesa yra pirminė. Iš tikrųjų ji pasirodė esanti įvairių spalvų šviesos mišinys. Kadangi kiekvienos spalvos šviesa lūžta skirtingai, tai baltas spindulys, eidamas per prizmę, išsiskiria į atskirų spalvų spindulius.

Tuo metu Niutonas daug galvojo ir apie šviesos prigimtį, sverdamas argumentus už ir prieš dvi galimas hipotezes, kad tai yra dalelės arba bangos. O siekdamas patobulinti teleskopą — sumažinti atvaizdų iškraipymą jame, Niutonas ėmėsi didelės kantrybės ir meistriškumo reikalaujančio darbo — šlifuoti nesferinius lęšius.

Į Vulstorpą išvyko tik pirmąjį studijų etapą baigęs jaunuolis, o grįžo mokslininkas, kupinas idėjų, padaręs keletą didžių atradimų. Tačiau jis neskubėjo skelbti savo rezultatų ir, matyt, nepasigyrė nei dėstytojams, nei kolegoms. Niutonas išsiskyrė nepaprastu reiklumu, sugebėjimu atkakliai siekti visapusiškai pagrįsto ir patikrinto rezultato ir tik tada, kartais net po kelių dešimtmečių, jį publikuoti. Taigi visuotinės traukos dėsnį Niutonas paskelbė tik po dvidešimties metų, diferencialinį ir integralinį skaičiavimą — daugiau kaip po trisdešimties metų, o optikos darbus — greičiausiai, t. y. po 5—6 metų.

Vis dėlto, kolegijos vadovams nežinant apie tuos atradimus, Niutonas stebėtinai greitai kilo mokslinės karjeros laiptais. 1667 m. jis buvo išrinktas kolegijos jaunesniuoju nariu, po pusmečio — jau vyresniuoju nariu, netrukus gavo magistro laipsnį, o 1669 m. matematikas I. Barou — vienintelis dėstytojas, kurį Niutonas laikė savo mokytoju, — perdavė talentingam mokiniui savo katedrą, ir jis tapo profesoriumi.

Grįžęs į Kembridžą, Niutonas beveik visą laiką skyrė optikos tyrimams. Jis įsitikino, kad, naudojantis nesferiniais lęšiais, sunku iš esmės patobulinti teleskopą. Remdamasis savo nustatyta šviesos lūžio rodiklio

priklausomybe nuo jos spalvos, Niutonas padarė išvadą, kad apskritai negalima pagaminti lęšių, kurie neiškraipytų baltos šviesos (iš tikrųjų, kaip paaiškėjo vėliau, lęšio iškraipymus galima kompensuoti sujungus jį su kitu, skirtingo stiklo, lęšiu). Niutonas ėmėsi konstruoti teleskopą, kuriame nebūtų lęšių, o spindulius surinktų įgaubtas veidrodis. Jis daug eksperimentavo ieškodamas geriausio lydinio tokiam veidrodžiui, poliravo jo paviršių. 1668 m. Niutonas pagamino pirmąjį mažytį tik 15 cm ilgio teleskopą su 2,5 cm skersmens veidrodžiu, kuris dar netenkino reiklaus mokslininko. Per trejus metus jis sukūrė antrą, daug didesnį ir geresnės kokybės, teleskopą. Niutonas pasiuntė jį karaliui Karoliui II, kuris apžiūrėjo prietaisą kartu su Londono karališkosios draugijos nariais ir jį aukštai įvertino. Už šį išradimą Niutonas buvo išrinktas draugijos nariu. Matyt, tos sėkmės paskatintas, Niutonas netrukus draugijos posėdyje perskaitė pranešimą, kuriame išdėstė savo eksperimentinius ir teorinius rezultatus, atskleidžiančius šviesos spalvų prigimtį. (Verta paminėti, jog apie tuos rezultatus jis jau pasakodavo studentams savo paskaitose, tačiau gana sausu ir sunkiai suprantamu akademiniu stiliumi, tad jo paskaitos susidomėjimo nesukėlė.) Deja, Karališkojoje draugijoje Niutono pranešimas irgi nesulaukė pelnyto pripažinimo. Neįprastai idėjai, kad balta šviesa yra spalvų mišinys, priimti reikėjo laiko. Be to, R. Hukas, iš anksto susipažinęs su Niutono pateiktu memuaru, pareiškė pretenzijas dėl eksperimentų pirmumo ir kritikavo išvadas savosios teorijos požiūriu. Diskusija tęsėsi ir pasibaigus posėdžiui. Kai kurie mokslininkai, bandę pakartoti Niutono bandymus, bet nebūdami tokie kruopštūs ir sumanūs, gavo kitokius rezultatus, ir atradėjui teko gaišti laiką ginant savo išvadas. 1675 m., norėdamas labiau pagrįsti savo poziciją, Niutonas pateikė Karališkajai draugijai kitą memuarą, kuris buvo skaitomas net keletą posėdžių. Nors Niutonas nemėgo skelbti hipotezių, nepatikrintų tiesioginiais bandymais, optikoje jis negalėjo be jų išsiversti. Tad šiame memuare jis paskelbė savo hipotetinę teoriją apie šviesos prigimtį — ilgų apmąstymų rezultatą. Giliau už savo amžininkus suprasdamas banginio ir korpuskulinio aiškinimo privalumus bei trūkumus, Niutonas bandė sujungti tuos požiūrius. Pasak jo, šviesą sudaro dalelės (korpuskulės), kurios sklisdamos eteriu, sukelia išilgines bangas, sąveikaujančias su korpuskulėmis. Taip Niutonas paaiškino ir tiesiaeigį spindulių sklidimą, ir jų lūžimą bei atspindį pereinant iš vienos medžiagos į kitą, ir vadinamuosius Niutono žiedus (pirmą kartą Huko stebėtus koncentrinius žiedus, kuriuos Niutonas labai kruopščiai ištyrė ir, tuo remdamasis, padarė išvadą apie šviesai būdingą periodiškumą).

Neskaitant mokslinių diskusijų, I. Niutono gyvenimas buvo gana monotoniškas. Jis nebuvo nė karto išvažiavęs iš Anglijos, o jo kelionės apsiribodavo trikampiu Kembridžas—Londonas—Vulstorpas. Sustiprėjęs vaikystėje, Niutonas vėliau išsiskyrė reta sveikata. Jam užtekdavo keturių penkių valandų miego, tarnas rūpinosi profesoriaus buitimi, gamindavo valgį (ir primindavo apie jį). Tad Niutonas nuo ankstyvo ryto ligi vėlios nakties galėjo atsidėti moksliniam darbui. Nuo jo atitraukdavo tik paskaitos ir posėdžiai.

Pastate, kuris stovėjo Triniti kolegijos sode, Niutonas buvo įsirengęs savo laboratoriją, čia vykdė optikos ir chemijos bandymus. Jo chemijos rezultatai liko nepaskelbti. Manoma, kad Niutonas nemažai laiko skyrė „amžinai" problemai — paversti paprastus metalus auksu, — kurios negalimumas chemijos metodais tuo metu dar nebuvo įrodytas. Niutonas turėjo gerą biblioteką, bet naudojosi ja nedaug, nes buvo linkęs viską nuo pradžių išvesti ir patikrinti pats. Mokslinis jo susirašinėjimas irgi nebuvo platus, o laikui bėgant, ypač po nemalonių diskusijų, Niutono mokslinė izoliacija stiprėjo. Artimų draugų jis neturėjo.

Apie 1680 m. Niutonas grįžo prie visuotinės traukos ir mechanikos problemų. Kaip vėliau pats prisipažino, tai daryti paskatino Huko darbai — mokslinis Niutono priešininkas irgi artėjo prie visuotinės traukos dėsnio atradimo. Be to, Prancūzijoje buvo atlikti nauji, daug tikslesni Žemės lanko atkarpos ir kartu jos skersmens matavimai. Jais naudodamasis, Niutonas galutinai įsitikino, kad jėga, veikianti Žemės paviršiuje esančius kūnus ir Mėnulį, yra ta pati. Tuo metu anglų mokslininkai K. Renas ir E. Halis irgi priėjo išvadą, kad Saulė veikia planetas jėga, atvirkščiai proporcinga atstumo kvadratui. Halis tai netgi įrodė remdamasis trečiuoju Keplerio dėsniu. 1683 m. Hukas, Halis ir Renas, susitikę vienoje Londono kavinėje, sutarė skirti premiją tam, kas matematiškai įrodys, kad, veikiamos tokios jėgos, planetos turi judėti elipsėmis. Deja, nė vienam iš jų šios problemos nepavyko išspręsti, ir, pasitaikius progai, Halis kreipėsi į Niutoną, ragindamas jį to imtis. Niutonas atsakė, kad minėtą problemą yra jau seniai išsprendęs. Halio įkalbinėjamas, Niutonas grįžo prie kažkada pradėto veikalo, apibendrinančio jo gautus dangaus mechanikos ir kūnų judėjimo rezultatus. Jo sukūrimas pareikalavo dviejų titaniško darbo metų.

1684 m. Niutonas perdavė Karališkajai draugijai didžiulės apimties rankraštį, pavadintą „Gamtos filosofijos matematiniai pagrindai". (Tais laikais fiziką buvo įprasta vadinti gamtos filosofija, o Anglijoje šis pavadinimas išlikęs net iki šiol.) Karališkoji draugija, kaip visada, stokojo

pinigų, todėl Niutono veikalas buvo išleistas 1687 m. Halio lėšomis. „Pagrinduose“ autorius tiksliai apibrėžė svarbiausias fizikos sąvokas: masę, jėgą, judėjimo kiekį, laiką ir erdvę. Jis bendra forma pateikė tris dėsnius, dabar vadinamus Niutono dėsniais. Tiesa, kai kurie jų atvejai ar netgi negriežtos formuluotės buvo rastos dar Niutono pirmtakų — G. Galilėjaus, R. Dekarto ir K. Heigenso, tačiau jis pirmasis įžvelgė, kad tie trys dėsniai sudaro pagrindinius mechanikos principus.

Savo veikale Niutonas aiškiai suformulavo visuotinės traukos dėsnį ir, jį pritaikęs, išsprendė daug svarbių dangaus mechanikos problemų: teoriškai aprašė planetų, Mėnulio, kometų judėjimą, paaiškino jūrų potvynius bei atoslūgius ir kt. „Pagrindai“ stebino amžininkus savo bendrumu ir griežtumu, tačiau visiems Niutono įrodymams suprasti reikėjo nemažai gabumų ir žinių. Jis meistriškai taikė geometrinius įrodymo metodus, tuo tarpu jo paties atrastu diferencialiniu bei integraliniu skaičiavimu knygoje nesirėmė, gal dėl to, kad tekstas nepasidarytų dar sunkiau suprantamas. Niutonas neaiškino nei visuotinės traukos prigimties, nei būdo, kuriuo ji perduodama iš vieno kūno kitam nutolusiam kūnui — pateikė tik matematinę išraišką, neišgalvodamas spekuliatyvių hipotezių. Tai sukėlė kai kurių mokslininkų nuostabą ir kritiką, nes ligi tol buvo įprasta, aprašant kokį nors reiškinį, ne tik pateikti rezultatus, bet ir paaiškinti priežastį. Nors R. Dekartas jau buvo miręs, bet daugelis jo šalininkų nenorėjo pripažinti Niutono teorijos, tad ji nelengvai, tik per keletą dešimtmečių, įsitvirtino fizikoje.

Genialaus veikalo sukūrimu baigėsi kūrybingiausias Niutono, kaip fiziko ir matematiko, veiklos laikotarpis. Vėliau jis tik papildydavo „Pagrindus“, rengdamas naujus jų leidimus, rengė spaudai neskelbtus optikos ir matematikos veikalus, o daugiausia laiko ėmė skirti chemijai, teologijai ir netgi politikai.

Niutono gyvenimo laikotarpiu buvo gausu politinių įvykių: pilietinis karas, mirties bausmės įvykdymas Karoliui I, O. Kromvelio valdymas, Stiuartų dinastijos restauracija ir Šlovingoji revoliucija, įvedusi konstitucinę monarchiją. Atrodė, tie įvykiai visai nelietė Niutono, bet, po Šlovingosios revoliucijos sudarius parlamentą, Niutonas, kaip autoritetingas mokslininkas, buvo išrinktas bendruomenių rūmų nariu nuo Kembridžo universiteto ir 1689 m. persikėlė gyventi į Londoną. Parlamento debatuose jis nedalyvaudavo, bet, matyt, buvo geras tarpininkas tarp universiteto ir valdžios sferų, nes vėliau buvo išrinktas ir į kitą trumpai veikusį parlamentą bei keliamas kandidatu trečią kartą, tačiau rinkimus pralaimėjo.

1692 m. pradžioje Niutonui atsitiko didelė nelaimė — laboratorijoje ant stalo palikta deganti žvakė sukėlė gaisrą. Sudegė nemažai Niutono rankraščių, tarp jų minimi ir nepublikuoti matematikos, optikos bei chemijos darbai. Tai, ko gero, paaiškina mįslę, kodėl Niutonas, apie trisdešimt metų vykdęs chemijos bandymus, nepaskelbė genijaus vertų tos srities darbų.

Gaisras labai sukrėtė Niutoną ir, matyt, kartu su nepaprasta protine įtampa, patirta rašant „Pagrindus", sukėlė jo proto sutrikimus, kurie tęsėsi porą metų. Tai slėpė jo artimieji ir XVIII a. biografai, tačiau išliko kai kurie keisti Niutono rašyti laiškai bei pažįstamų liudijimai.

Pasveikusiam Niutonui buvęs jo studentas, o tuo metu ministras Č. Montegiu 1694 m. pasiūlė Monetų rūmų saugotojo pareigas. Niutonas sutiko ir, pasinaudodamas savo chemijos žiniomis bei atsiskleidusiu administratoriaus talentu, labai sėkmingai atliko pinigų reformą — lengvai padirbamas, nekokybiškas monetas pakeitė naujomis, patikimesnėmis.

1701 m. Niutonas atsisakė katedros Kembridže, bet tęsė nebaigtus mokslinius darbus. Jis parengė spaudai ir išleido „Optiką", apibendrinančią jo tos srities atradimus. Be to, šio veikalo prieduose Niutonas leido reikštis savo intuicijai ir mokslinei fantazijai — pateikė įvairių drąsių hipotezių apie eterį, atomus, šviesos poliarizaciją ir kt. Prie pirmojo „Optikos" leidimo buvo prijungti ir du anksčiau rašyti matematikos traktatai. Tai padaryti, nors ir pavėluotai, Niutoną privertė polemika su G. V. Leibnicu dėl diferencialinio ir integralinio skaičiavimo atradimo prioriteto (anksčiau Niutono pirmumas buvo įrodytas tik laiškais ar užšifruotais pranešimais). Niutonas išleido ir du pataisytus bei papildytus „Pagrindų" leidimus. Gyvenimo pabaigoje jis daug laiko skyrė istorinių įvykių chronologijai, bandydamas kaip teologas perstumti ir „suspausti" senųjų karalysčių istorinius įvykius taip, kad jie atitiktų Biblijos teiginius.

I. Niutonas tapo pripažintu mokslo autoritetu ir Anglijos pasididžiavimu. 1703 m. jis buvo išrinktas Londono karališkosios draugijos prezidentu ir ėjo tas pareigas ligi savo mirties. Karalienė Ona jam, pirmajam iš mokslininkų, suteikė sero titulą.

Niutonas sulaukė 85 metų. Jis mirė 1727 m. kovo 31 d. ir buvo palaidotas Vestminsterio abatijoje, kur ilsisi žymiausi Anglijos žmonės.



Bendžaminas FRANKLINAS (1706—1790)

B. FRANKLINAS — VIENAS IŠ ŽYMIAUSIŲ XVIII AMŽIAUS ANTROSIOS PUSĖS ŽMONIŲ: POLITIKAS, PUBLICISTAS IR MOKSLININKAS (PIRMASIS NAUJOJO PASAULIO MOKSLININKAS, ĮĖJĘS Į FIZIKOS ISTORIJĄ). JIS TIK KELETĄ METŲ SKYRĖ FIZIKAI, TAČIAU PER TĄ LAIKĄ ATLIKO SVARBIŲ ELEKTROS BANDYMŲ IR SUKŪRĖ PIRMĄJĄ ELEKTROS TEORIJĄ, IŠTVĖRUSIĄ LAIKO IŠBANDYMĄ.

Įstabiausias Bendžamino Franklino (B. Franklin) kūrinys — jo paties gyvenimas. Tėvas, smulkus amatininkas, su šeima emigravo iš Anglijos į Šiaurės Amerikos miestą Bostoną. Tapęs našliu, jis vedė antrą kartą ir iš viso turėjo 17 vaikų; Bendžaminas, gimęs 1706 m. sausio 17 d., buvo vienas iš paskutiniųjų. Vyresnieji mokėsi pas įvairius amatininkus, o vienintelį Bendžaminą — labai smalsų ir gabų berniuką — tėvas sumanė išmokyti pastoriumi. Deja, po dvejų metų jis pabūgo būsimų išlaidų ir atsiėmė dešimtmetį sūnų iš mokyklos, kad šis padėtų muilo bei žvakių dirbtuvėje. Berniukas nesiliovė laisvalaikiu skaitęs knygas, tad po poros metų buvo atiduotas mokytis pas savo brolį į nedidelę spaustuvėlę. Darbo čia buvo daug, tačiau Franklinas rasdavo laiko ir knygoms — atimdamas jį iš miego, buities reikalų ar pramogų. Jį domino ne tiek grožinė literatūra, kiek knygos, mokančios gyventi, ugdyti charakterį ir gabumus, teikiančios naudingų žinių. Aptikęs ką nors vertinga sau, Franklinas imdavo nuosekliai gilintis į tą sritį. Jis tapo savęs paties mokytoju — ne tik skaitydavo, bet ir atkakliai kartodavo bei taikydavo įgytas žinias. Antai, lavindamas savo kalbą ir stilių, jis atpasakodavo sektinus pavyzdžius ir lygindavo juos su originalu.

Kai Franklinui buvo 15 metų, jo brolis ėmė leisti vietinį laikraštį, o Bendžaminas — siųsti į jį anoniminius straipsnius. Jie buvo spausdinami ir kėlė susidomėjimą, tik tada Franklinas prisipažino esąs jų autorius. Nesikęsdamas brolio engimo, Bendžaminas pabėgo į Filadelfiją, čia įsitaisė spaustuvėje ir tapo kvalifikuotu rinkėju.

Franklinas ne tik lavinosi pats, bet ir į tą veiklą įtraukė savo draugus, meistrus bei amatininkus. 1727 m. jis įkūrė jaunimo savišvietos klubą, kurio nariai rinkdavosi kartą per savaitę kieno nors namuose, paeiliui skaitydavo pranešimus moralės, politikos, gamtos filosofijos ir kitomis temomis, karštai diskutuodavo keldami sau vienintelį tikslą — pažinti tiesą (taip Franklinas buvo įrašęs įstatuose). Tarp klube nagrinėtų klausimų buvo tokių: „Kas yra garsas?“, „Kodėl žvakės liepsna kyla smaigaliu aukštyn?“, „Kodėl patys mokyčiausi ir labiausiai išsilavinę žmonės ne visada būna patys laimingiausi?“ ir kt.

Franklinas atkakliai ugdė savo charakterį. Jis sudarė trylikos dorybių sąrašą ir stengėsi pamažu, viena po kitos jas įdiegti sau. Kaip Franklinas prisipažino „Autobiografijoje“, sunkiausiai jam, turėjusiam karštą būdą ir aistringą prigimtį, sekėsi diegti ramumą ir skaistybę.

1728 m. Franklinas kartu su draugu įkūrė nedidelę spaustuvę, o po metų nusipirko ir laikraštį. Netrukus jis vedė spaustuvės meistro dukterį. Žmona mažai domėjosi įvairiapusiškais vyro interesais, bet ji buvo taupi ir rūpestinga, užaugino tris dukras (be to, Franklinas dar prieš vedybas turėjo nesantuokinį sūnų).

Biznis Franklinui sekėsi gerai, tačiau jis nepasidavė turto kaupimo aistrai, visada buvo sąžiningas verslininkas ir sugebėjo derinti praktiškumą su idealizmu. Jo laikraštis tapo labai populiarus ne tik Pensilvanijoje, bet ir kitose provincijose, nors nespausdino bulvarinių skaitalų, o pateikdavo daug naudingų žinių, kėlė aktualias visuomenės problemas. Vėliau Franklinas ėmė leisti periodinį almanachą „Vargšas Ričardas“, kur sąmojingo, vėtyto ir mėtyto klajūno vardu spausdino įvairių pasakojimų, ūkio ir medicinos patarimų, aforizmų bei kitos gyvenimo išminties. Vienas iš Franklino aforizmų, išreiškęs svarbiausią jo gyvenimo taisyklę, buvo „Laikas — pinigai“, vėliau tapęs priežodžiu. Almanachas buvo leidžiamas penkiolika metų, verčiamas net į kitas kalbas ir duodavo didelį pelną.

Franklino iniciatyva Filadelfijoje įkurta pirmoji Šiaurės Amerikoje viešoji biblioteka. Jis buvo išrinktas Pensilvanijos provincijos Susirinkimo sekretoriumi, vėliau — jos nariu, miesto tarybos nariu. Neformaliai eidamas šias pareigas, Franklinas labai daug padarė miesto labui: jo iniciatyva ir pastangomis miesto gatvės buvo išgrįstos, apšviestos, tapo šva-

resnės ir saugesnės. Franklinas užėmė miesto pašto viršininko pareigas ir taip gerai sutvarkė šios tarnybos veiklą, kad vėliau jam buvo pavesta rūpintis visų provincijų paštu (ir tas daug laiko ir kelionių reikalaujančias pareigas Franklinas vykdė apie 20 metų). Jo iniciatyva buvo įkurtas Pensilvanijos universitetas bei Amerikos filosofijos draugija.

Franklinas visą gyvenimą domėjosi gamtos mokslų atradimais, todėl, be abejo, atkreipė dėmesį į Leideno stiklinės išradimą 1745 metais bei su ja atliekamus efektingus elektros bandymus. Vienas Leideno fizikas pastebėjo, kad, į stiklinį indą su vandeniu per kamštį įkišus metalinį strypelį ir sujungus jį su elektros mašina, inde galima sukaupti nemažai elektros. Prisilietęs prie strypelio, žmogus gaudavo stiprų elektros smūgį, o smulkūs gyvūnai būdavo net užmušami, šokanti kibirkštis uždegdavo spiritą ir pan. Tie ir kiti bandymai buvo atliekami ne tik fizikų laboratorijose, bet ir viešai — visuomenei. Kai 1746 m. kažkoks daktaras Spensas įvairiuose Amerikos miestuose demonstravo „elektros stebuklus", Franklinas apsilankė viename iš jo seansų. Bandymai jam paliko didelį įspūdį, tačiau Spensas, iš profesijos gydytojas akušeris, negalėjo kvalifikuotai atsakyti į Franklinui iškilusius klausimus. Beje, dar ir fizikams tuo metu Leideno stiklinės veikimas atrodė mįslingas. Franklinas nutarė pats išsiaiškinti elektros prigimtį. Jo prašymu Londono karališkosios draugijos narys P. Kolinsonas, su kuriuo Franklinas buvo susipažinęs savo kelionės į Londoną metu, atsiuntė kai kuriuos elektros prietaisus su instrukcijomis, kaip jais naudotis, ir Franklinas ėmėsi tyrimų.

Franklino fizikos žinios buvo gana menkos, ir atrodo, kad jam varžytis su daugeliu fizikų, tyrusių tuo metu madingus elektrinius reiškinius, buvo beviltiška. Antra vertus, Franklinas turėjo susidaręs labai efektyvią darbo metodiką, pasižymėjo retu atkaklumu, sugebėjimu visur įžvelgti esmę. Pagaliau jo nevaržė šioje tik pradedančioje formuotis fizikos srityje paplitusios nepagrįstos hipotezės.

Franklinas pakartojo žinomus bandymus ir ėmėsi naujų, jo paties sumanytų. Prireikus jam padėdavo filosofijos draugijos nariai: teisėjas, juvelyras ir bedarbis baptistų pastorius. Šie tyrimai užvaldė Frankliną kaip joks kitas anksčiau jo vykdytas darbas, bet, aišku, daugelis jo tiesioginių ir visuomeninių pareigų, kurias visada sąžiningai ėjo, palikdavo jam nedaug laiko ar netgi priversdavo ištisus mėnesius atsisakyti naujojo pomėgio.

Atliktus bandymus ir gautus jų rezultatus Franklinas smulkiai aprašydavo savo laiškuose Kolinsonui, o šis informuodavo Londono karališkąją draugiją. Jau 1747 m. Franklinas pranešė apie jo stebėtą „įstabią nusmai-

lintų daiktų savybę sukelti ir skleisti elektrinę ugnį“ (elektros kibirkštys lengviau šokdavo į daiktų smaigalius arba iš jų). Atlikęs visą seriją išmoningų bandymų, Franklinas paaiškino, kur slypi elektra Leideno stiklinėje ir kaip ši veikia. Tai įgalino jį sukonstruoti paprastą plokščiąjį elektros kondensatorių — lango stiklo gabaliuką, iš abiejų pusių apdengtą švino plokštelėmis.

Pagrindinis Franklino, kaip fiziko, nuopelnas yra tas, kad elektrinių reiškinių įvairovėje jis įžvelgė bendrus bruožus, sukūrė pirmąją elektros teoriją (ligi tol buvo tik gana fantastiškos spėlionės). Anot Franklino, egzistuoja elektros fluidas (nesvarus elektros skystis), kurio yra kiekviename kūne, tačiau kūnas tampa įelektrintas tik tada, kai to fluido būna per daug (kūnas įsielektrina teigiamai) arba per mažai (įsielektrina neigiamai). Taip Franklinas aiškino dviejų elektros rūšių egzistavimą. Jos buvo atrastos anglų mokslininko S. Grėjaus ir vadintos stikline (gaunama trinant stiklą) bei smaline (trinant smalą) elektra.

Šių dienų požiūriu Franklinas teisingai įspėjo, kad elektros yra ir neutraliame, t. y. neįelektrintame, kūne. Elektros fluido teorija įgalino jį suformuluoti elektros kiekio (dabar sakoma — elektros krūvio) tvermės dėsnį: elektra nesukuriama ir nesunaikinama, o tik perteka iš vieno kūno į kitą. Pasitvirtino ir Franklino hipotezė, kad elektros fluidą sudaro labai mažos dalelės, kurios laisvai juda laidininku ir yra traukiamos medžiagos dalelių, — elektronams būdingos būtent tokios savybės. Tiesa, norint suderinti Franklino teiginį, kad patrintas stiklas įsielektrina teigiamai, su vėliau nustatytu faktu, kad stikle susidaro elektronų trūkumas, elektronui teko priskirti ne teigiamą, o neigiamą elektros krūvį. Iš tikrųjų teigiamąjį krūvį galima gauti, iš atomo atėmus vieną ar keletą elektronų, tačiau egzistuoja ir elementarūs teigiamieji krūviai, kuriuos turi protonai bei kitos dalelės.

Stebint kibirkštis, šokančias iš įelektrintos Leideno stiklinės, ne vienam mokslininkui buvo kilusi mintis, kad žaibas yra didžiulė elektros kibirkštis, bet Franklinas pirmasis sugalvojo būdą, kaip patikrinti šią hipotezę. Laiške Kolinsonui 1750 m. jis bandė paaiškinti, kaip elektra atsiranda debesyse (Franklino hipotezė, kad vanduo įgauna elektros dar garuodamas, nepasitvirtino, tačiau debesų įsielektrinimas yra sudėtinga problema, ne visai išspręsta ligi šiol). Remdamasis savo nustatyta smaigalio savybe, Franklinas teigė, kad, įelektrintam debesiui judant virš kalnų ir medžių, bokštų ir laivų stiebų, išsikišantys daiktai sukelia elektros iškrovą. Taip pat jis pridūrė: „Vadinasi, slėptis po medžiu per audrą yra pavojinga“. Franklinas pasiūlė konkretų bandymą, kuris įrodytų, kad aud-

ros debesis yra įelektrintas: reikia pastatyti aukštą metalinį stiebą, izoliuotą nuo žemės. Jo viršūnėn debesis pritrauks iš stiebo priešingo ženklo elektros, tad stiebo apačia įgis to paties ženklo elektros, kaip ir debesis, ką nesunku patikrinti tiesiogiai.

Deja, Londono karališkosios draugijos nariai nepatikėjo Franklino idėja. Ją 1752 m. įgyvendino prancūzų fizikai, atlikę aprašytą bandymą Paryžiaus priemiestyje Marli. Pats Franklinas irgi patvirtino elektrinę žaibo prigimtį, iškeldamas audros metu aitvarą su metaliniu smaigaliu ir stebėdamas prie jo pririšto šilkinio siūlo įsielektrinimą.

Franklinas iš karto praktiškai pritaikė savo atradimą — pasiūlė žaibolaidį pastatams nuo gaisro apsaugoti (ligi tol žaibai sukeldavo daug gaisrų, ypač miestuose, kur vienas greta kito stovėdavo daug medinių namų).

Franklino laiškai Kolinsonui buvo išleisti 1752 m. atskira knyga, pavadinta „Elektros bandymai ir stebėjimai". Ji buvo išversta į pagrindines Europos kalbas ir tapo elektrinių reiškinių vadovu, o Franklinui keli universitetai suteikė garbės daktaro laipsnį. Deja, netrukus jis nutolo nuo fizikos. Šiaurės Amerikoje brendo svarbūs politiniai įvykiai, ir B. Franklinas tapo vienu iš nepriklausomybės paskelbimo iniciatorių bei Jungtinių Amerikos Valstijų kūrėjų.

1754 m. Šiaurės Amerikoje kilus karui tarp Anglijos ir Prancūzijos, B. Franklinas siūlė anglų kolonijoms jungtis, ėmė organizuoti savigynos būrius. Jis labai sėkmingai gynė kolonistų interesus Londone kaip jų įgaliotas atstovas. Franklinas buvo vienas iš JAV Nepriklausomybės deklaracijos autorių. Vykstant naujos valstybės kovai su Anglija, Franklinas siekė JAV pripažinimo Europoje. Diplomatinis jo talentas ir didžiulis politiko bei mokslininko autoritetas padėjo laimėti įtakingiausios Europos valstybės — Prancūzijos — pripažinimą. Grįžęs į JAV, jis tapo judėjimo už vergovės panaikinimą lyderiu.

B. Franklinas mirė 1790 m. balandžio 17 d., sulaukęs visuotinės pagarbos ir pripažinimo. Tačiau jo paties sukurtas įrašas antkapyje skelbia, kad ten ilsisi „spaustuvininkas Franklinas".



Leonardas OILERIS (1707—1783)

L. OILERIS — GARSIAUSIAS IŠ PLEJADOS XVIII AMŽIAUS MOKSLININKŲ, KURIE, BŪDAMI MATEMATIKAI IR FIZIKAI, IŠPLĖTOJO MATEMATINĖS FIZIKOS METODUS, ANT NIUTONO PADĖTŲ MECHANIKOS PAGRINDŲ SUKŪRĖ BENDRĄ MECHANIKOS MOKSLĄ.

Leonardas Oileris (L. Euler) gimė 1707 m. balandžio 4 d. Bazelyje (Šveicarija), tačiau augo netoli jo įsikūrusiame nedideliame kalnų miestelyje, kur tėvas dirbo pastoriumi. Motina buvo kilusi iš giminės, davusios Šveicarijai ne vieną žinomą mokslininką.

Tėvas pats mokė sūnų, sudomino jį matematika, kurią buvo studijavęs pas žinomą mokslininką Jakobą Bernulį. Nepaprastai gabus trylikametis Leonardas buvo išsiųstas į Bazelio universitetą studijuoti filosofijos. Čia jis spėdavo lankyti ir matematikos paskaitas, kurias skaitė kitas Bernulių mokslinės dinastijos atstovas Jakobo brolis Johanas. Atkreipęs dėmesį į Leonardo talentą, profesorius ėmė jį lavinti individualiai. Kartą per savaitę Oileris lankydavosi Bernulio namuose, čia susidraugavo su jo sūnumis Nikolajumi ir Danieliu, kurie irgi labai mėgo matematiką.

Penkiolikos metų Leonardas gavo bakalauro laipsnį, o septyniolikos apgynė darbą, lyginantį Niutono bei Dekarto filosofines pažiūras, ir tapo magistru. 1723 m., pildydamas tėvo norą, jis dar ėmė mokytis teologijos fakultete, bet visą laisvą laiką skyrė matematikai.

1724 m. Rusijos caro Petro I nutarimu (bet jau po caro mirties) buvo įkurta Peterburgo mokslų akademija. Kadangi Rusija mokslininkų neturėjo, tai į ją buvo kviečiami užsieniečiai. Ten išvyko ir Nikolajus bei

Danielius Bernuliai, kurie iš karto tapo akademikais. Jie ėmė kviesti į Peterburgą ir Oilerį. Tuo metu dvidešimtmetis jaunuolis dalyvavo konkurse fizikos katedrai Bazelio universitete užimti, bet dėl jaunumo jos negavo ir 1727 m. išvyko į tolimą, atšiaurią Rusijos sostinę. Čia jis buvo priimtas į Akademiją matematikos adjunktu, o po penkerių metų tapo akademiku.

Tais laikais mokslų akademijos (Paryžiaus, Berlyno ir kt.) skelbdavo viešus konkursus vienai ar kitai mokslo problemai spręsti. 1727 m. Oileris pirmą kartą dalyvavo Paryžiaus MA rengtame konkurse, kuriuo siekta rasti optimalų burlaivio stiebų išdėstymą, ir laimėjo premiją, nors buvo kilęs iš kalnų ir dar nematęs jūros. Jis mėgo spręsti įvairius gamtos mokslų uždavinius, kuriems galima pritaikyti matematinius metodus, ir per visą gyvenimą laimėjo net dvidešimt panašių premijų.

Pagrindiniu savo, kaip mokslininko, tikslu Oileris laikė „gamtos kitimus" sukeliančių priežasčių pažinimą, tačiau, būdamas visų pirma genialus matematikas, jis daugiausia nusipelnė kurdamas efektyvų matematinį aparatą tiems kitimams apibūdinti.

Oileris įžvelgė didžiules matematikos plėtojimo ir jos taikymo fizikoje perspektyvas, kurios atsivėrė po Dekarto ir Niutono, Leibnico ir Ferma darbų. Skatinami poreikio kurti naujosios fizikos matematinę kalbą, jie suformulavo analizinės ir aukštosios matematikos pagrindus, tačiau jos metodai dar tik buvo pradėti plėtoti. Fizikoje tebevyravo senieji geometriniai metodai, reikalavę didelio išradingumo ir intuicijos.

Visų pirma L. Oileris ėmėsi mechanikos, nes, kaip ir daugelis to meto mokslininkų, manė, kad visa fizika ir net kiti gamtos mokslai gali būti interpretuoti kaip mechanika. Anot paties Oilerio, skaitydamas Niutono „Pagrindus" ir kitus mechanikos veikalus, jis pajuto poreikį mechanikos problemų sprendimui pritaikyti aukštosios matematikos priemones — išplėtoti analizinę mechaniką. „Tuo užsiimdamas, — rašė Oileris, — aš ne tik susidūriau su daugeliu anksčiau neišspręstų klausimų, kuriuos sėkmingai išsprendžiau, bet ir atradau daugybę naujų metodų, matyt, gerokai praturtinusių ne tik mechaniką, bet ir pačią analizę."

Oileris sumanė didžiulį darbą — matematinėmis lygtimis apibūdinti materialiojo taško, kietųjų kūnų ir skysčių judėjimą. 1736 m. pirmąją šio darbo dalį apibendrino jo dviejų tomų veikalas „Mechanika, arba mokslas apie judėjimą, išdėstytas analiziškai". Čia Oileris aprašė laisvo bei suvaržyto materialiojo taško, veikiamo įvairių jėgų, judėjimą. Jis išplėtojo diferencialinių lygčių sprendimo, integravimo, funkcijų minimumų bei maksimumų radimo ir kitus aukštosios matematikos metodus, jais

remdamasis, labai tiksliai ir aiškiai išdėstė taško dinamiką. Veikalas išgarsino Oilerį mokslo pasaulyje. Kitų dviejų mechanikos dalių kūrimas pareikalavo daug daugiau pastangų ir užtruko kelias dešimtis metų.

Oileriui patikdavo vienu metu spręsti kelias problemas, taikyti matematinius metodus įvairiose srityse. Antai, mėgdamas muziką, jis sukūrė matematinę muzikos teoriją, kuri gana tiksliai aprašė konsonansą, harmoninius muzikinius intervalus, muzikos instrumentų veikimą. Deja, matematikai ten rado per daug muzikos, o muzikai — per daug matematikos, todėl Oilerio rezultatai buvo pripažinti tik tada, kai jo pasekėjai išdėstė juos populiariau.

Caro rūmai ir vyriausybė manė, kad akademikai, gaudami atlyginimą, turėtų vykdyti įvairius užsakymus, pavyzdžiui, konsultuoti rūmų pasilinksminimų rengėjus, kurti odes karo pergalių ir jubiliejų progomis, netgi sudarinėti horoskopus. L. Oileris daug dirbo padėdamas rengti pirmąjį Rusijos geografijos atlasą, spręsdamas matematines kartografijos problemas, derindamas žemėlapių mastelius. 1735 m. vyriausybė užsakė skubiai atlikti kartografijai reikalingus astronominius skaičiavimus. Kiti akademikai tam prašė kelių mėnesių, tuo tarpu Oileris, būdamas puikus skaičiuotojas, šį darbą atliko per tris paras. Deja, po to jis susirgo nervų karštlige ir apako dešine akimi (kuri ir taip buvo pervargusi nuo žemėlapių braižymo bei nuolatinio įtempto darbo). Oileris atsisakydavo tik sudarinėti horoskopus.

Petro I ir Jekaterinos I įpėdiniai mažai vertino mokslą, todėl atlyginimai akademikams buvo mokami nereguliariai. Tačiau labiausiai mokslininkus slėgė valdininkų savivalė — Akademijos reikalus savo nuožiūra tvarkė ir akademikams nurodinėjo didelę valdžią įgavęs bibliotekininkas I. Šūmacheris (kartu jis vadovavo ir kanceliarijai). Talentingesni užsienio mokslininkai pradėjo vykti iš Rusijos. Oileris išliko ilgiau už kitus, bet 1741 m., pakviestas Prūsijos karaliaus Frydricho II, ir jis persikėlė dirbti į Berlyno MA, kur užėmė matematikos skyriaus direktoriaus pareigas.

Dvidešimt penkeri metai, išgyventi Berlyne, — kūrybingiausias Oilerio veiklos laikotarpis. Čia jis atliko labai svarbių darbų iš visų to meto matematikos sričių: sukūrė analizinių funkcijų teorijos pagrindus, iš esmės atnaujino trigonometriją ir skaičių teoriją, pritaikęs jose algebrinius metodus, atrado topologiją. Užtenka pasakyti, kad daug dabar vartojamų matematinių simbolių (π, e, i, $f(x)$, Δx, Σ, sin, cos, tg, atvirkštinių trigonometrinių funkcijų simboliai ir kt.) sukūrė būtent Oileris. Jis tapo žymiausiu to meto matematiku.

Oileris aktyviai dirbo ir fizikos bei astronomijos srityse. Kartu su D. Bernuliu jis sukūrė hidrodinamikos, arba mokslo apie skysčių judėjimą, pagrindus. Oileris suformulavo idealaus skysčio judėjimo dėsnius (1655 m.). Didžiulis jo nuopelnas — ištiso mechanikos skyriaus, t. y. kietojo kūno fizikos pagrindų, sukūrimas. Jis aprašė kūnų sukimąsi, vartodamas specialias sąvokas: inercijos momentų bei Oilerio kampų. Būtent Oileris paaiškino ligi tol mįslingą vilkelio ir giroskopo sukimąsi. Jis teoriškai aprašė stygų, plokštelių ir membranų svyravimą, garso sklidimą kietaisiais kūnais ir skysčiais. Kietojo kūno mechanika buvo išdėstyta veikale „Kietųjų arba standžiųjų kūnų judėjimo teorija" (1760 m.).

Oileris parengė fundamentalų dangaus mechanikos veikalą — tritomę „Planetų ir kometų judėjimo teoriją" (1744 m.), vėliau patikslino Mėnulio judėjimo veikiant Žemei bei Saulei teoriją. Jo lygtys įgalino sudaryti Mėnulio padėčių lenteles, kuriomis vadovaujantis tapo įmanoma nustatyti laivo vietos jūroje ilgumą pusės laipsnio tikslumu (taip pirmą kartą buvo išspręsta svarbiausia navigacijos problema).

Oileris aprėpė ir kitas fizikos sritis — parašė ne tik atskirų straipsnių, bet ir veikalų iš optikos, šilumos mokslo, elektros ir magnetizmo, tačiau čia jo nuopelnai ne tokie įspūdingi kaip mechanikoje. Matyt, svarbiausia priežastis buvo ta, kad šių sričių dar nebuvo nustatyti pagrindiniai principai. Oileris, virtuoziškai sugebėdamas ant tvirtų pagrindų plėtoti teoriją, vis dėlto stokojo genialios fizikinės intuicijos tokiems pagrindams kurti. Šviesą, šilumą, elektrą, magnetizmą jis aiškino eterio ir kitų neregimų substancijų egzistavimu. Tad Oilerio sukurtos šių fizikos sričių teorijos neištvėrė laiko išbandymo, nors kai kurie jo gauti konkretūs rezultatai ir ypač išplėtoti matematiniai metodai neprarado vertės. Savąsias fizikos pažiūras Oileris labai vaizdžiai ir suprantamai išdėstė knygoje „Laiškai vienai vokiečių princesei įvairiais fizikos ir filosofijos klausimais". Ši knyga tapo labai populiari, buvo ne kartą leidžiama įvairiomis Europos kalbomis.

Oileris domėjosi praktiškai visomis mokslo sritimis, kur buvo galima pritaikyti matematinius metodus. Antai keliasdešimt darbų jis skyrė balistikos uždaviniams, 1749 m. išleido didelį dviejų tomų veikalą „Jūreivystės mokslas, arba traktatas apie laivų sandarą ir jų valdymą", o po dvidešimties metų — dar vieną tos srities monografiją, aprašančią laivo skaičiavimus. Spręsdamas problemas, susijusias su paklaidų skaičiavimu, azartiniais žaidimais, draudimo kompanijų veikla, Oileris gavo bendrų tikimybių teorijos rezultatų. Taikydamas gautas lygtis, jis neretai pats atlikdavo sudėtingus skaičiavimus, nes kaip skaičiuotojas neturėjo sau lygių, o paprastesnius uždavinius spręsdavo mintinai.

Nepaprastą Oilerio kūrybingumą lėmė ne tik jo talentas bei erudicija, bet ir ypatingas darbštumas. Anot filosofo ir matematiko Ž. Dalambero, jis dirbo ne kaip žmogus, bet kaip velnias. Tačiau Oileris nedemonstruodavo savo pranašumo, buvo kuklus ir geraširdiškas, visada geros nuotaikos. Jis buvo vedęs šveicarų kilmės dailininko dukterį, kuri pagimdė jam 13 vaikų, tiesa, 8 iš jų mirė vaikystėje. Mokslininkas rūpinosi šeimos finansais, netgi skolino pinigų už procentus, uoliai laikėsi vaikystėje tėvo įdiegtos religijos ir apskritai labiau priminė ne aukštuomenės žmogų, o pasiturintį miestietį — biurgerį. Tad jis nelabai pritapo prie Frydricho II dvaro, karalius jį laikė nuobodžiu pašnekovu ir vertino tik taikomuosius jo darbus.

Jekaterinai II pasiūlius labai didelę algą ir kitas palankias sąlygas, Oileris 1766 m. grįžo į Peterburgą. Deja, čia netrukus jį ištiko nelaimė — po sėkmingos akies kataraktos operacijos Oileris nepaklausė nurodymo tam tikrą laiką nedirbti (tai buvo aukščiau jo jėgų) ir neteko antrosios akies. Tačiau ši nedalia nepriverte jo nutraukti ar bent apriboti mokslinę veiklą — jis dirbo padedamas savo mokinių ir sūnų. Oilerio nepalaužė ir antroji nelaimė — 1771 m. sudegė jo namai su visu turtu, jį patį išnešė namuose priglaustas šveicaras amatininkas. Pavyko išgelbėti ir didžiąją dalį mokslinių rankraščių. 1733 m. mirė Oilerio žmona, ir jis vedė antrą kartą — netikrą jos seserį. Mokslininkas išliko kūrybingas ligi pat staigios mirties 1783 m. rugsėjo 18 d.

Oilerio mokslinis palikimas milžiniškas: apie 850 darbų, iš jų 20 fundamentalių veikalų (fizikos ir astronomijos darbai sudarė apie 40 %). Kadangi XVIII a. buvo leidžiama palyginti nedaug mokslo žurnalų, net 250 Oilerio parengtų spaudai straipsnių liko neatspausdinti ir buvo leidžiami kelias dešimtis metų po jo mirties. O pilnas Oilerio raštų rinkinys sudaro 72 tomus. Vien tik perrašyti jiems ranka, dirbant po 8 valandas per dieną, reikėtų apie 50 metų.



Šarlis Ogiustenas KULONAS (1736—1806)

DIDIS XVIII AMŽIAUS PRANCŪZŲ FIZIKAS Š. O. KULONAS ATRADO PAGRINDINĮ ELEKTROSTATIKOS DĖSNĮ, APIBŪDINANTĮ DVIEJŲ ELEKTROS KRŪVIŲ SĄVEIKĄ. ŠIS DĖSNIS LEIDO ELEKTROS FIZIKOJE PRADĖTI TAIKYTI MATEMATINIUS METODUS.

Šarlis Ogiustenas Kulonas (Ch. O. Coulomb) gimė 1736 m. birželio 14 d. Prancūzijos vakaruose, Anguleme. Jo tėvas buvo kariškis, o išėjęs į pensiją, dirbo mokesčių rinkėju. Vėliau šeima persikėlė į Paryžių, kur Š. Kulonas baigė Mazarinio kolegiją, garsėjusią aukštu mokymo lygiu, ir įstojo į aukštąją karinę techninę mokyklą. Tapęs karo inžinieriumi, jis keletą metų dirbo stambiame Prancūzijos uoste Breste, o 1764 m. išvyko į Martinikos salą (Vest Indijos, dabar Mažosios Antilų salos) statyti tvirtovės. Čia jį vargino tropikų karštis, grėsė įvairūs pavojai ir ligos. Kai kurie Kulono draugai susirgo ir mirė, jis pats irgi sunkiai sirgo. Vis dėlto ir tokiomis sąlygomis Kulonas stengėsi ne tik atlikti tiesiogines pareigas, bet ir dirbti mokslinį darbą. Paryžiaus mokslų akademijai jis pateikė veikalą apie statikos problemas architektūroje, kuris buvo gerai įvertintas. Užbaigęs statyti tvirtovę, Kulonas 1772 m. grįžo į Prancūziją palaužta sveikata. Čia tęsė tarnybą įvairiuose šalies miestuose: Šerbūre, Lilyje ir kt. 1776 m. Kulonas dalyvavo Paryžiaus MA paskelbtame konkurse sukurti jautriam prietaisui, kuris įgalintų Paryžiaus observatorijoje matuoti Žemės magnetinio lauko pokyčius. Jis pasiūlė naudoti magnetinę rodyklę, pakabintą ant šilkinio siūlo, ir konkursą laimėjo. Atlikdamas šį darbą, Kulonas pirmą kartą susidūrė su jėga, kuria veikia užsukamas siūlas.

Po ketverių metų kitą Paryžiaus MA premiją pelnė didelis Kulono veikalas „Paprastųjų mašinų teorija, atsižvelgianti į jų dalių trintį ir lynų tamprumą". Čia Kulonas pateikė labai išsamius ir sistemingus trinties jėgos tyrimus, įrodė, kad dar Leonardo da Vinčio nustatytas bei G. Amontono patikslintas sausosios trinties dėsnis galioja veikiant įvairaus didumo jėgoms. Kulonas nustatė, kad trintis mažai priklauso nuo kūnų judėjimo greičio, tačiau ima sparčiai didėti, kai greitis artėja prie nulio, išmatavo įvairių medžiagų ir tepalų trinties koeficientą. Tie rezultatai įgalino atsižvelgti į trintį, atliekant techninius skaičiavimus.

Už šį darbą Š. Kulonas 1781 m. buvo išrinktas Paryžiaus MA tikruoju nariu. Nuo tada jis apsigyveno Paryžiuje ir atsidėjo vien mokslui. Jis vėl ėmė tirti siūlo tamprumo jėgą, kuri priešinasi jo užsukimui, vėliau siūlą pakeitė metaline vielele. Kulonas nustatė, kad ši jėga yra tiesiogiai proporcinga vielelės užsukimo kampui ir atvirkščiai proporcinga jos ilgiui, be to, priklauso nuo vielelės skersmens net ketvirtojo laipsnio. Atrasti dėsningumai leido Kulonui pasiūlyti naują labai mažų jėgų matavimo būdą: pakabinus ant vielelės pasvarėlį ir matuojamai jėgai sukant jį, pagal vielelės užsukimo kampą buvo galima nustatyti jėgos didumą. Pirmiausia Kulonas tai pritaikė trinčiai tarp kietojo kūno ir skysčio tirti. Ieškodamas kitų galimų taikymo sričių, Kulonas suprato, kad jo išrastu būdu galima matuoti įelektrintų kūnų ir magnetų sąveikos jėgą.

Ligi tol Kulonas buvo atlikęs tik vieną tos srities anksčiau minėtą darbą su magnetine rodykle. Tuo metu elektros ir magnetizmo mokslas dar buvo aprašomasis, kokybinis. Matematinių metodų čia nebuvo galima taikyti, nes nežinota nei elektrinės, nei magnetinės jėgos išraiška, taip pat jų priklausomybė nuo atstumo. Tiesa, ne vienas mokslininkas spėjo, kad tos jėgos, kaip ir visuotinės traukos jėga, silpnėja atvirkščiai proporcingai atstumo kvadratui, tačiau tai reikėjo įrodyti. Nei Kulonas, nei joks kitas fizikas nežinojo, kad toks eksperimentinis elektrinės jėgos įrodymas jau buvo gautas. 1771 m. tai pavyko padaryti anglui H. Kavendišui, bet jo rezultatas liko neskelbtas — kažkuo neįtiko labai reikliam mokslininkui. Be to, Kavendišas tyrė ne pačią elektrinę jėgą, o jos sukeltą reiškinį: jeigu jėga yra atvirkščiai proporcinga atstumo kvadratui, tai tuščiaviduriam rutuliui suteikta elektra pasiskirsto tik jo paviršiuje, o vidus lieka neįelektrintas (būtent tai H. Kavendišas ir įrodė teoriškai bei eksperimentais).

Kulonas ėmėsi tiesiogiai matuoti dviejų mažų įelektrintų rutuliukų sąveikos jėgą. Tam tikslui jis sukonstravo prietaisą, jo pavadintą sukamosiomis svarstyklėmis (kurios aprašomos mokykliniame fizikos vadovėlyje). Vieną mažą rutuliuką Kulonas įtvirtino nejudamai, o kitą tokį pat

rutuliuką (kartu su atsvaru) pritaisė prie horizontalios svirtelės, kurią pakabino ant metalinės vielos. Tada nejudamam rutuliukui suteikė tam tikrą kiekį elektros ir suliete abu rutuliukus. Elektra juose pasiskirstė vienodai. Atsistumdamas judantis rutuliukas užsuko vielą tam tikru kampu, tai ir įgalino išmatuoti tarp rutuliukų veikiančią elektrinę jėgą.

Eksperimentas nebuvo toks paprastas, koks atrodo iš pirmo žvilgsnio — reikėjo išvengti elektros nutekėjimo per rutuliuko įtvirtinimo vietą ir orą, laboratorijoje vykstančios oro konvekcijos ir kitų pašalinių veiksnių. Dar sunkiau buvo išmatuoti teigiamai ir neigiamai įelektrintų rutuliukų traukos jėgą — išvengti jų susilietimo.

Kulonui pavyko įveikti visus tuos trikdžius ir nustatyti, kad tiek stūmos, tiek traukos jėga yra atvirkščiai proporcinga atstumo tarp įelektrintų rutuliukų centrų kvadratui. Remdamasis atrasto dėsnio panašumu į visuotinės traukos dėsnį, Kulonas padarė prielaidą (netikrindamas jos bandymais), kad įelektrintų kūnų sąveikos jėga yra proporcinga jų „elektros masėms“ (krūvio sąvokos jis dar nevartojo).

Tuo pačiu prietaisu Kulonas tyrė ir dviejų magnetinių rodyklėlių sąveikos jėgą. Jis nustatė, kad priešingų polių traukai ir vienodų polių stūmai taip pat galioja atvirkštinių kvadratų dėsnis (tiesa, jis gana laisvai pasirinkdavo rodyklėlių taškus, tarp kurių matuodavo atstumą). Vis dėlto šis dėsnis nebuvo toks reikšmingas kaip elektros krūvio dėsnis.

Kulonas buvo linkęs manyti, kad egzistuoja ne vienas elektros fluidas, kaip teigė B. Franklinas, bet du skirtingi fluidai (tokią hipotezę buvo iškėlęs R. Symeris). Kitų dviejų nesvarių skysčių veikimu Kulonas aiškino magnetinius reiškinius. Norėdamas suderinti tai su žinomu faktu, kad, perpjovus magnetą, jo poliai ne atsiskiria, o gaunami du mažesni magnetai, Kulonas iškėlė įdomią hipotezę: magnetą sudaro mažyčiai magnetėliai ir minėti skysčiai cirkuliuoja tik jų viduje, bet negali tekėti iš vieno magnetėlio į kitą. Kaip žinome dabar, magnetinius reiškinius sukelia ne specialūs magnetiniai skysčiai, o elektros srovės, kurios iš tikro egzistuoja mažiausių medžiagos dalelių — atomų — viduje.

1785—1789 m. Kulonas paskelbė septynis memuarus apie elektrą ir magnetizmą, kuriuose aprašė daugelio bandymų rezultatus. Svarbiausias iš jų buvo elektrostatikos dėsnio, dabar vadinamo Kulono dėsniu, nustatymas. Dėl elektrinės ir gravitacijos jėgos panašumo elektros fizikoje buvo galima pritaikyti kai kuriuos mechanikos metodus. Taip Oilerio mechanikoje vartojama potencialo sąvoka buvo perkelta į elektros fiziką, kur ji pasirodė esanti labai naudinga.

1789 m. prasidėjo Didžioji Prancūzijos revoliucija ir audringas politinių permainų laikotarpis. Skirtingai nei daugelis kitų akademikų, Kulonas tuose įvykiuose aktyviai nedalyvavo. 1793 m. parlamento nutarimu buvo panaikinta Paryžiaus mokslų akademija, kaip viena iš karaliaus įkurtų institucijų. Kulonas kartu su A. Lavuazjė, P. Laplasu ir kitais žinomais mokslininkais „dėl respublikoniško šaunumo ir neapykantos karaliui stokos“ buvo pašalintas iš Laikinosios matų ir svorių komisijos, kuri rengė naują metrinę sistemą. Tačiau revoliucinės represijos Kulono nepalietė — jis tęsė tyrimus savo dvare netoli Blua. Neturėdamas geros laboratorijos, tyrinėjo medžių sulčių tekėjimą, bandė įvertinti žmogaus galią, atsižvelgdamas ne tik į atliekamą per trumpą laikotarpį darbą, bet ir į besikaupiantį nuovargį.

1797 m. Mokslų akademija buvo atkurta, bet pervadinta Prancūzijos institutu. Kulonas vėl tapo jos nariu. Būdamas veiklus, principingas ir geranoriškas, jis turėjo daug įvairių pareigų ir įpareigojimų, tad moksliniam darbui skyrė mažiau laiko. Kulonas dėstė keliose aukštosiose mokyklose, buvo Liaudies švietimo generalinis inspektorius.

O. Kulonas mirė 1806 m. rugpjūčio 23 d., ką tik atšventęs savo septyniasdešimtmetį.



Alesandras VOLTA (1745—1827)

LIGI XVIII AMŽIAUS PABAIGOS BUVO TIRIAMA TIK STATINĖ ELEKTRA IR TRUMPALAIKIAI JOS IŠLYDŽIAI. A. VOLTOS IŠRASTAS ELEKTROS SROVĖS ŠALTINIS ĮGALINO PRADĖTI TIRTI ELEKTROS SROVĘ BEI JOS REIŠKINIUS IR SUKĖLĖ VISĄ GRANDINĘ SVARBIŲ ATRADIMŲ.

Italijos šiaurėje, už 40 km nuo Milano, Alpių priekalnėse įsikūręs kurortinis Komo miestas. Čia puikus klimatas, šalia — gilus, vaizdingas vešlių miškų apjuostas ežeras. Kome nuo seno garsėjo Voltų giminė. Filypas Volta tapo įtakingu jėzuitu, ordino inspektoriumi, tačiau, lankydamasis moterų vienuolyne, staiga įsižiūrėjo dvidešimtmetę naujokę seselę, įkalbėjo ją pabėgti ir slapta susituokti. Vėliau jie šiaip taip numaldė ordino rūstybę, apsigyveno Kome, nors ir bažnyčia, ir daugelis giminių bei pažįstamų į jų šeimą žiūrėjo šnairomis.

Alesandras, ketvirtas iš eilės sūnus, gimė 1745 m. vasario 18 d. ir nuo mažų dienų buvo atiduotas maitintojai į kaimą. Ši rūpinosi berniuko maistu ir sveikata, bet jo visai nelavino — Alesandras augo kaip laukinukas, tik 7 metų išmoko gerai kalbėti. Tuo metu mirė jo tėvas, ir motina su jauniausiais vaikais persikėlė gyventi pas vyro brolį, Komo bažnyčios kunigą. Šis ėmė rūpintis Alesandro lavinimu, ir berniukas greitai pasikeitė — pasirodė esąs gabus bei sumanus. Dėdė jam suteikė pradinį klasikinį išsilavinimą. Dvylikametis Volta įstojo į Komo jėzuitų kolegiją, čia išsiskyrė įvairiapusiais gabumais. 1758 m. jam didelį įspūdį padarė danguje sušvitusi kometa, o ypač tai, kad jos pasirodymą buvo iš anksto numatęs

anglų astronomas E. Halis. A. Volta susidomėjo I. Niutono ir J. Keplerio atradimais, tuo metu madingais elektros bandymais. Jis apsisprendė būti fizikas, ir dėdė, tikėjęsis, kad sūnėnas taps dvasininku, atsiėmė jį iš kolegijos. Toliau Volta lavinosi savarankiškai. Būdamas septyniolikos metų, jis išgalvojo hipotezę apie gravitacijos ir elektrinių jėgų gimininguma ir apie tai išdrįso parašyti žinomam Paryžiaus fizikui abatui Ž. Nolė. Tuo metu Volta rašė ir eiles — vienoje iš poemų jis hegzametru lotynų kalba apdainavo elektros mokslo korifėjus bei jų atradimus.

1769 m. Volta parengė mokslinį darbą apie Leideno stiklinės veikimą, tačiau naujų originalių idėjų nepateikė, tik praplėtė B. Franklino aiškinimą. Po dvejų metų jis parašė antrą darbą, irgi skirtą elektrai, kur nuo teorijų perėjo prie konkrečių eksperimentų, nagrinėjo įvairius elektros gavimo būdus: trynimą, spaudimą, smūgį, aprašė jo paties sukonstruotą naujo tipo elektros mašiną su sauso medžio diskais. Tie darbai nesukėlė didesnio susidomėjimo užsienyje (nors Volta siuntė juos kai kuriems garsiems fizikams), tačiau pelnė Voltai mokytojo vietą karališkoje Komo mokykloje.

Čia Volta tęsė elektros tyrimus, nors, dirbdamas vienas, naudodamas menką mokyklos laboratoriją, vargiai galėjo pasiekti svarbesnių atradimų. Porą metų jis buvo nukrypęs į chemiją, tyrinėjo balų dujas, išsiskiriančias pūvant organinėms liekanoms, ir atrado metaną.

Mokslinė Voltos ateitis priklausė nuo Lombardijos valdytojo palankumo. Laimei, šis įvertino mokytojo atsidavimą mokslui ir Pavijos universitete įsteigė jam skirtą fizikos katedrą. Jai Volta vadovavo daugiau nei 35 metus.

A. Volta turėjo gerą iškalbą, mokėjo suprantamai ir vaizdžiai aiškinti sudėtingus reiškinius, todėl buvo mėgstamas studentų ir bendradarbių. Aukšto ūgio, klasikinių bruožų, ramios ir orios laikysenos, jis ilgainiui vis labiau priminė senovinę romėnų statulą.

Volta išrado jautrų elektroskopą su šiaudeliais elektros krūviams matuoti (už kurį Londono karališkoji draugija jam įteikė aukščiausią savo apdovanojimą — Koplio medalį), sukūrė ir patobulino dar keletą kitų fizikos ir chemijos prietaisų, įrodė ugnies elektrinį laidumą ir t. t. Vis dėlto A. Voltą į didžiausių fizikų gretas iškėlė tik pagrindinis jo atradimas — elektros elemento sukūrimas.

1786 m. italų fiziologas, Bolonijos universiteto profesorius L. Galvanis padarė sensacingą atradimą. Tirdamas elektros poveikį preparuotam varlės raumeniui, jis pastebėjo, kad raumuo susitraukia ne tik prijungus jį prie elektros mašinos ar netoliese vykstant elektros išlydžiui, bet ir

sudarius uždarą grandinę iš dviejų skirtingų metalų bei raumens. Galvanis teigė, kad atrado naujos rūšies elektrą — gyvūnų elektrą, kuri slypi raumenyse bei kituose audiniuose. Įvairūs Galvanio bandymai buvo aprašyti jo veikale, išleistame 1791 metais.

Volta iš pradžių skeptiškai vertino šiuos rezultatus, bet 1792 m. pradžioje pakartojo kai kuriuos Galvanio eksperimentus ir taip pat stebėjo raumens susitraukimą, nesant išorinio elektros šaltinio. Balandžio mėnesį jis parašė Galvaniui entuziastingą laišką, aukštindamas jo atradimą. Tačiau nei pirmoji sėkmė, nei nacionalinio pasididžiavimo jausmas neužgožė Voltos, kaip tikro mokslininko, kritiškumo ir ryžto toliau tikrinti Galvanio rezultatus. Jau po mėnesio viešoje paskaitoje jis iškėlė mintį, kad galbūt varlės raumuo atlieka tik jautraus elektrometro vaidmenį. Volta prisiminė dar 1752 m. vokiečių filosofo J. Zulcerio aprašytą keistą reiškinį — suspaudus dviem skirtingų metalų plokštelėmis liežuvį, o kitus plokštelių galus sulietus vieną su kitu, burnoje juntamas specifinis skonis. Prie liežuvio galo Volta pridėjo alavo plokštelę, o prie vidurio — sidabrinę monetą. Sulietęs tuos laidininkus, jis juto rūgšties skonį, tuo tarpu sukeitęs metalus vietomis — šarmo skonį. Jis padarė išvadą, kad liežuvį veikia tekantis elektros fluidas. Suliesti du metalai suardo fluido pusiausvyrą ir sukelia jo judėjimą. Taigi, anot Voltos, „metalai yra ne tik geri elektros laidininkai, bet ir jos judintojai", būtent jie lemia L. Galvanio stebėtą reiškinį.

Aišku, Galvanis ir jo šalininkai nesutiko su gyvūnų elektros virtimu metalų elektra, tarp galvanininkų ir voltininkų kilo diskusija, kuri tęsėsi ilgus metus.

Volta atliko didelę seriją bandymų, ieškodamas metalų porų, kurios duotų didžiausią efektą. Jis išrikiavo metalus į eilę: cinkas, alavas, švinas, geležis, žalvaris, bronza, varis, platina, auksas ir t.t.; kuo labiau nutolę vienas nuo kito metalai toje eilėje, tuo stipresnį elektros šaltinį jie sudaro. Deja, net paėmus kraštinius eilės metalus, šaltinis gaudavosi labai silpnas.

Atsakymo į klausimą, kaip sustiprinti šį reiškinį, Volta ieškojo net ketverius metus. Gal tam trukdė šeimyniniai rūpesčiai, nes, būdamas keturiasdešimt aštuonerių, jis vedė ir tuo metu vienas po kito jam gimė trys sūnūs. Tačiau buvo ir mokslinė kliūtis — Voltos išvada, kad varlės raumuo atlieka tik pasyvaus laidininko, jungiančio du skirtingus metalus, vaidmenį. Dėl jos Volta visai išmetė atitinkamą dalį iš konstruojamo elemento. Iš tikrųjų, kaip žinome dabar, metalai turi būti perskirti druskos ar kitos medžiagos, vandenyje skylančios į jonus, tirpalu — jame prie metalų vykstančios cheminės reakcijos ir palaiko šaltinio elektrovarą.

Tuo tarpu Volta bandė nuosekliai, vieną prie kitos, jungti įvairių metalų plokšteles, bet tokio darinio elektrovara būdavo tokia pati, kaip ir sujungus tiesiogiai dvi kraštines plokšteles. Tik 1799 m. išradėjo atkaklumas pagaliau buvo atlygintas. Volta pabandė dėti vieną ant kitos vario ir cinko skritulėlių poras, perskirdamas jas medžiagos gabalėliais, pamirkytais druskos tirpale, ir gavo ieškomą rezultatą: šaltinio galia didėjo proporcingai tokių porų skaičiui. Pirmasis Voltos elementas susidėjo iš dvidešimties vario ir cinko porų. Savo išradimą jis pavadino „dirbtiniu elektros organu“, turėdamas galvoje, kad kai kurios žuvys turi natūralų elektros organą, kurį naudoja kaip ginklą. Netrukus išradėjo garbei prigijo „Voltos stulpo“ terminas, o iš jo kilę elektros šaltiniai dabar nepelnytai vadinami galvaniniais elementais.

Apie savo išradimą A. Volta 1800 m. pradžioje laišku pranešė Londono karališkosios draugijos prezidentui Dž. Benksui: „Po ilgo tylėjimo, dėl kurio aš ir nebandau teisintis, man malonu Jums, sinjore, o kartu ir Karališkajai draugijai pranešti apie kai kuriuos mano gautus nuostabius rezultatus... Pagrindinis iš jų, apimantis ir beveik visus kitus, — tai prietaisas, kuris savo veikimu, t. y. smūgiu į ranką ir pan., primena Leideno stiklinę..., bet veikia nuolatos, taigi jo krūvis po kiekvienos iškrovos atsistato pats savaime; vienu žodžiu, tas prietaisas sukuria nesunaikinamą krūvį, suteikia elektros fluidui nuolatinį impulsą“.

Kaip veikia prietaisas, Volta tame laiške nerašė, o vėliau aiškino, kad įvairūs metalai nevienodai atstumia elektros fluidą.

Žinia apie Voltos išradimą tarsi elektros iškrova perbėgo fizikų laboratorijas. Visur imta gaminti „Voltos stulpus“ ir vykdyti bandymus. Paryžiaus ir Londono fizikai pakvietė Voltą demonstruoti savo įrenginį. Ypač iškilmingai Volta buvo sutiktas Paryžiuje. Jo išradimui buvo skirti net trys Paryžiaus mokslų akademijos, tada vadintos Prancūzijos institutu, gamtos mokslų klasės posėdžiai. Visuose juose dalyvavo ir pirmasis konsulas Bonapartas, buvęs akademijos nariu (valdovo ar įtakingo didiko išrinkimas akademiku tais laikais nebuvo retas reiškinys). Voltai baigus pranešimą, Bonapartas atsistojo ir pasiūlė jį apdovanoti akademijos medaliu. Nors tai ir prieštaravo įstatams, nutarimas buvo priimtas vienbalsiai. Be to, sužavėtas Bonapartas suteikė Voltai didelę piniginę premiją ir pažadėjo panašią premiją ateityje skirti mokslininkams, padariusiems tokio lygio atradimų, kaip Franklino ir Voltos. Ir vėliau Bonapartas teikė Voltai įvairių malonių — apdovanodavo jį ordinais, suteikė grafo titulą, paskyrė Lombardijos karalystės senatoriumi.

Voltos stulpas buvo iš karto pritaikytas elektros srovės savybėms tirti. Dar tais pačiais metais anglai V. Nikolsonas ir A. Karleilis pastebėjo, kad, elektros srovei tekant vandeniniu druskos tirpalu, vanduo suskyla į vandenilį ir deguonį. Ėmė formuotis nauja chemijos sritis — elektrochemija. A. Furkrua aptiko, kad elektros srovė, tekanti laidininku, jį įšildo. Iš daugelio elementų pagaminus galingą Voltos stulpą, buvo gautas naujos rūšies išlydis — elektros lankas. Taigi atradimai pasipylė vienas po kito, bet, deja, pats A. Volta savo išradimu nepasinaudojo. Jo mokslinė karjera praktiškai baigėsi aukščiausio jos pakilimo taške — gal jį apsvaigino staiga užgriuvusi šlovė, o gal jis baiminosi nuvilti savo gerbėjus menkesnio lygio darbais? Tik po septyniolikos metų A. Volta paskelbė du kitos srities darbus — apie krušą ir audrų periodiškumą. 1819 m. jis išėjo į pensiją, grįžo į gimtąjį Komo miestą ir visai atitolo nuo mokslo. A. Volta mirė 1827 m. kovo 5 d., sulaukęs aštuoniasdešimt dvejų.



Sadi KARNO (1796—1832)

S. KARNO — AUTORIUS VIENOS NEDIDELĖS KNYGELĖS, KURI BUVO NEPASTEBĖTA AMŽININKŲ, BET VĖLIAU ĮVERTINTA KAIP FUNDAMENTALUS INDĖLIS Į ŠILUMOS TEORIJĄ, NULĖMĘS JOS RAIDĄ XIX AMŽIUJE.

Sadi Karno (S. Carnot) gimė 1796 m. birželio 1 d. Paryžiuje per Prancūzijos revoliuciją. Jo tėvas Lazaris Karno buvo vienas iš svarbiausių tos revoliucijos veikėjų — Įstatymų leidžiamojo susirinkimo ir Konvento narys, vėliau — Napoleono ministras. Be to, jis garsėjo ir kaip mokslininkas — matematikas bei inžinierius. Vyriausio sūnaus Sadi gimimo metais L. Karno buvo išrinktas akademiku.

Berniukas augo jausdamas didelę tėvo įtaką. Nors ir labai užsiėmęs, L. Karno rasdavo laiko Sadi bei jaunesniajam jo broliui Ipolitui lavinti — mokė juos matematikos ir filosofijos, fechtavimo ir plaukimo. Tuo pačiu metu Sadi mokėsi Karolio Didžiojo licėjuje. Jį puikiai baigęs, šešiolikametis jaunuolis įstojo į Politechnikos mokyklą, geriausią tuo metu Prancūzijos aukštąją mokyklą, kur įgijo karo inžinieriaus specialybę. 1816 m. jis gavo leitenanto laipsnį ir važinėjo po Prancūziją inspektuodamas įtvirtinimus. Toks darbas neleido jam toliau lavintis ir įsitraukti į mokslinį darbą. Be to, tėvas pateko į nemalonę ir buvo priverstas emigruoti, todėl S. Karno negalėjo tikėtis paaukštinimo. 1819 m. jam pavyko gauti tarnybą korpuso štabe Paryžiuje. Laisvalaikiu jis lankė paskaitas Sorbonos universitete ir „College de France“, dirbo bibliotekose, susipažindamas su naujausiais technikos bei fizikos darbais.

Tuo metu sparčiai plito ir buvo tobulinamos garo mašinos. Jomis daugiausia domėjosi išradėjai praktikai, tačiau jie negalėjo išspręs-

ti kylančių bendrų problemų. Baigtinė ar begalinė varančioji šilumos jėga? Ar yra šiluminės mašinos tobulinimo riba ir nuo ko priklauso jos našumas?

S. Karno tėvas dar 1783 m. buvo išleidęs knygą „Bendras mašinų nagrinėjimas“, kurioje pirmą kartą tiksliai apibrėžė darbo sąvoką, nagrinėjo „gyvosios jėgos“ (taip tada buvo vadinama kinetinė energija) nuostolius, atsirandančius mašinose dėl trinties ir smūgių. Sūnus ėmėsi tęsti tėvo darbą ir kurti bendrą šiluminių mašinų teoriją. Jo darbo rezultatai buvo aprašyti nedidelėje 45 puslapių knygelėje „Samprotavimai apie judinančią ugnies jėgą ir mašinas, galinčias ją sukurti“, išleistoje Paryžiuje 1824 metais.

Norėdamas nustatyti bendrus šiluminės mašinos veikimo dėsningumus, Karno nagrinėjo idealizuotą mašiną, nepriklausančią nuo konkretaus mechanizmo, vartojamo kuro ar kaitinamos medžiagos. Kaip pradinį principą jis suformulavo amžinojo variklio negalimumą, kuris išplaukė iš amžiais trukusių nesėkmingų pastangų sukurti tokį variklį.

Tuo metu, kai S. Karno rašė savo veikalą, egzistavo dvi šilumos teorijos. Kaip buvo rašyta, R. Boilis ir nedaugelis kitų mokslininkų teigė, kad šiluma yra netvarkingas kūno dalelių judėjimas. Tačiau, stokodami įtikinamų šios teorijos teisingumo įrodymų, daugelis fizikų laikėsi tradicinio požiūrio, kad šiluma — tai nesvarus, nematomas skystis kalorikas, tekantis iš šiltesnio kūno į šaltesnį. Šiluminis skystis buvo tik apytikris šilumos modelis, tačiau jis leido teisingai aprašyti šilumos sklidimo reiškinius.

S. Karno, nagrinėdamas šiluminę mašiną, irgi taikė kaloriko modelį. Jis rėmėsi vandens rato ir šiluminės mašinos analogija. Vanduo atlieka darbą, tekėdamas iš aukščiau esančio rezervuaro į žemesnę vietą, o judinančioji vandens jėga didėja didėjant vandens lygių prieš vandens ratą ir už jo skirtumui. Šiluma sklinda iš aukštesnės temperatūros kūno į žemesnės temperatūros kūną, vadinasi, bet koks šiluminis variklis turi turėti dvi dalis: aukštesnės temperatūros kaitintuvą ir žemesnės temperatūros aušintuvą (jo vaidmenį gali atlikti ir aplinka). Judinančioji šilumos jėga, anot Karno, yra proporcinga kaitintuvo ir aušintuvo temperatūrų skirtumui. Kaip matome, netikslus kaloriko modelis padėjo Karno padaryti teisingas bendras išvadas. Tiesa, modelis turėjo ir trūkumų — kalorikas buvo laikomas neatsirandančiu ir neišnykstančiu, tad Karno negalėjo nustatyti ryšio tarp suvartojamos šilumos ir atliekamo darbo.

Nagrinėdamas šiluminės mašinos veikimą, Karno jį suskirstė į darbo ciklus — keletą pasikartojančių procesų, kurių metu vanduo ar kitas darbinis kūnas patiria pokyčių, atlieka darbą ir mašina grįžta į pradinę padėtį, atitinkančią tas pačias, kaip ir ciklo pradžioje, kaitintuvo ir aušintuvo temperatūras (jeigu ciklas nebūtų grįžtamasis, pokyčiai kauptųsi

ir po tam tikro laiko tarpo mašinos veikimas pasidarytų neįmanomas). Remdamasis amžinojo variklio negalimumu, S. Karno įrodė teoremą, kad mašinos naudingumo koeficientas nepriklauso nuo kaitinamos medžiagos prigimties. Jis nustatė, kurie procesai turi sudaryti ciklą (Karno ciklą) ir kaip jie turi vykti, kad būtų atliekamas didžiausias darbas. Karno apskaičiavo, kad tuo metu veikusių geriausių šiluminių mašinų naudingumo koeficientas siekė tik 5 %, taigi egzistavo didelės galimybės jas tobulinti.

S. Karno neįrodinėjo savo teiginių matematiškai, tačiau jo nagrinėjimas buvo labai nuoseklus, tikslus ir aiškus. Savo rezultatus jis pranešė ir žodžiu Prancūzijos mokslų akademijos posėdyje, tačiau nei jo knygelė, nei pranešimas didelio susidomėjimo nesukėlė.

1827 m. S. Karno vėl turėjo išvykti iš Paryžiaus į provinciją. Netrukus jis išėjo į atsargą, turėdamas kapitono laipsnį. S. Karno toliau vykdė šilumos tyrimus, pradėjo nagrinėti dujų ir garų savybes. Tęsdamas šeimos tradiciją, kartu jis aktyviai dalyvavo politiniame gyvenime, rėmė 1830 m. revoliuciją. Deja, platūs moksliniai jo tyrimai liko neužbaigti, o gauti rezultatai — nepaskelbti. 1832 m. S. Karno užsikrėtė cholera ir rugpjūčio 24 d. mirė sulaukęs vos 36-erių. Pagal to meto taisykles (dezinfekcija dar nebuvo žinoma), visi jo daiktai, taip pat ir rankraščiai, buvo sunaikinti. Atsitiktinai išliko tik S. Karno užrašų knygelė, kuri buvo perduota jo broliui. Šis 46 metus ją saugojo kaip relikviją, paskui perdavė Prancūzijos mokslų akademijai. Tuo metu vienintelis publikuotas S. Karno darbas jau buvo iš naujo atrastas ir įvertintas. Pirmasis jį iš užmaršties 1834 m. prikėlė prancūzų fizikas B. Klapeironas, kuris suteikė Karno idėjoms matematinę išraišką. XIX a. viduryje, remdamiesi Karno darbu, R. Klauzijus ir V. Tomsonas suformulavo pagrindinius šilumos mokslo — termodinamikos — dėsnius. Tad, atsiradus nežinomiems pradininko užrašams, tais pačiais metais buvo atspausdintas naujas jo veikalo leidimas, papildytas svarbiausiais užrašų knygelės įrašais. Paaiškėjo, kad S. Karno buvo nuėjęs daug toliau — atsisakęs kaloriko modelio ir priėmęs kinetinę šilumos teoriją. Ja remdamasis, S. Karno pirmasis suformulavo energijos (jo vadintos judinančiąja jėga) tvermės dėsnį: „Judinančiosios jėgos kiekis gamtoje nekinta, ji niekada nėra sukuriama, nėra sunaikinama; iš tikrųjų ji keičia formą, t. y. sukelia tai vienos, tai kitos rūšies judėjimą, bet niekada neišnyksta“. Be to, S. Karno pirmasis nustatė kiekybinį šilumos ir darbo sąryšį: kiek šilumos išsiskiria atliekant tam tikrą darbą arba kiek daugiausia darbo būtų galima atlikti suvartojant tam tikrą kiekį šilumos, jeigu ji visa virstų darbu. Deja, užrašų knygelėje Karno nenurodė, kokiu būdu jam tai pavyko padaryti.



Tomas JANGAS (1773—1829)

T. JANGAS — UNIVERSALIŲ GABUMŲ ŽMOGUS: MEDIKAS, FIZIKAS, OKEANOGRAFAS, EGIPTOLOGAS, MUZIKAS, POLIGLOTAS, GIMNASTAS IR T. T., TODĖL JO REZULTATAI, DEJA, PASISKIRSTĖ DAUGELYJE SRIČIŲ, NESISUMUODAMI Į YPATINGUS ATRADIMUS VIENA KRYPTIMI. FIZIKOS TYRIMAI BUVO TIK VIENAS IŠ JO POMĖGIŲ, NESUSIJUSIŲ SU PAGRINDINE VEIKLA, BET BŪTENT T. JANGAS ĮŽVELGĖ NAUJAS ESMINES ŠVIESOS SAVYBES IR KARTU SU O. FRENELIU IŠJUDINO OPTIKĄ IŠ VISĄ ŠIMTMETĮ TRUKUSIO ATOSLŪGIO.

Tomas Jangas (T. Young) gimė 1773 m. birželio 13 d. Pietų Anglijoje, nedideliame Anglijos miestelyje Milvertone. Jo tėvas buvo garbingas, pasiturintis pirklys, prekiavęs šilku ir aksomu bei turėjęs dešimt vaikų, iš kurių Tomas buvo vyriausias. Nuo mažų dienų Tomas išsiskyrė nepaprastais gabumais ir unikalia atmintimi: trejų metų išmoko skaityti Bibliją, ketverių jau buvo perskaitęs kelias rimtas knygas, penkerių mintinai deklamavo daugelį eilių ne tik anglų, bet ir lotynų kalba, pastarosios dar gerai nesuprasdamas, šešerių ėmėsi lotynų gramatikos...

Tėvai, priklausę griežtų papročių besilaikančiai kvakerių sektai, įdiegė sūnui darbštumą, savarankiškumą, sąžiningumą. Tomas trumpai mokėsi kaimo mokykloje, bet čia jam buvo nuobodu. Jis susidraugavo su savo kaimynu geodezininku, kurį lydėdavo išvykose į laukus, padėdamas jam matuoti ir skaičiuoti. Kaimynas leido jam naudotis savo biblioteka, todėl berniukas ėmė susidomėjęs skaityti matematikos žinyną ir kitas specialiąsias knygas.

Devynmetis T. Jangas buvo išsiųstas į Komptono pensioną gretimame Tompsono mieste, kur išgyveno penkerius metus. Čia daugiausia buvo mokoma humanitarinių dalykų, ypač kalbų: graikų, lotynų, hebrajų ir kt. T. Jangas pradėjo skaityti Homero, Horacijaus, Cicerono kūrinius originalo kalba, savo iniciatyva išmoko prancūzų ir italų kalbą, o trylikos metų susižavėjo Rytų literatūra ir įniko į arabų bei persų kalbas. Tuo tikslu Jangas vasarą keldavosi valanda anksčiau, o žiemą guldavosi valanda vėliau už savo draugus ir sėdėdavo prie knygų.

Jaunas pensiono mokytojas J. Džefris, pamėgęs nepaprastą mokinį, ėmėsi mokyti jį tiksliųjų mokslų, be to, tekinti, šlifuoti, gaminti fizikos prietaisus. Tad, susidomėjęs botanika, Jangas pats pagal aprašymą pasigamino mikroskopą. Deja, nuolatinis įtemptas darbas pakenkė jo sveikatai ir, baigęs pensioną, jis turėjo gydytis.

Kartą Jangas su giminaite nuvyko į Londoną, ir čia jaunasis poliglotas senų knygų krautuvėlėje ėmė susidomėjęs vartyti knygas įvairiomis kalbomis. Šeimininkas manė, kad kaimiškai apsirengęs berniukas tik vaizduoja skaitantį ir juokais pasiūlė atiduoti jam senovinę knygą Rytų kalba, jei jis išvers vieną jos puslapį. Kai Jangas lengvai įvykdė šią užduotį, sutrikęs šeimininkas pasiūlė dar vieną knygą kita kalba, bet prarado ir ją.

Panašūs pasakojimai apie Jango gabumus sklido po visą grafystę, todėl turtingas džentelmenas pakvietė keturiolikmetį jaunuolį būti savo anūko Gudsono Garnio kompanionu mokantis kalbų ir senosios literatūros. Jangas ne tik padėjo mokytis draugui, bet neretai pamokydavo ir jo mokytoją. Vasarą vaikai leisdavo provincijos dvare, o žiemą — Londone, kur Jangas galėjo naudotis turtinga biblioteka. Vėliau G. Garnis tapo žinomu anglų politiku, o buvęs jo mokytojas kartu su Jangu, garsėjusiu labai gražia rašysena, išleido knygą „Graikų kaligrafija".

Grafas Ričmondas siūlė Jangui būti jo sekretoriumi ir padėjėju, tikėdamasis jaunuolio išmintimi papuošti savo raštus ir kalbas, tačiau Jangas atsisakė to ir kitų viliojančių pasiūlymų. Jis ryžosi mokytis toliau ir pats siekti garbės. Jangas ilgai dvejojo, kokią specialybę pasirinkti, nes viskas jam lengvai sekėsi. Nulėmė motyvas, kad medicina gali suteikti tvirtą padėtį ir nepriklausomybę.

1792—1794 m. T. Jangas studijavo mediciną Londone ir Edinburge ir kartu pradėjo mokslinius tyrimus. 1793 m. dvidešimtmetis jaunuolis pateikė Londono karališkajai draugijai memuarą „Regėjimo proceso stebėjimai", kuriame, remdamasis akies tyrimais, paaiškino akies akomodaciją lęšiuko formos kitimu. Šis veikalas sukėlė nemažą mokslininkų susidomėjimą ir diskusijas, netgi ginčus dėl prioriteto. Autorius buvo išrinktas šios garbingos draugijos nariu.

Nusivylęs anglų medicinos lygiu, T. Jangas išvyko tęsti studijų į Getingeno universitetą Vokietijoje. Be to, jis, kaip visada, domėjosi ir daugeliu kitų dalykų, lankė šokių bei jojimo pamokas, studijavo muziką ir dailę. Visose srityse jo laimėjimai buvo stulbinantys — Jango gabumai, skirtingai negu daugelio kitų vunderkindų, laikui bėgant nesilpnėjo. Greitai jis tapo puikiu muzikantu, grojančiu visais pagrindiniais to meto instrumentais, ėmė garsėti kaip subtilus meno žinovas. Netrukus jis jau jojo dviem arkliais ir laisvalaikiu inkognito pasirodydavo Getingeno cirke.

1796 m. tapęs medicinos, chirurgijos ir akušerijos daktaru, T. Jangas grįžo į Angliją. Deja, čia buvo įsigaliojusios naujos taisyklės — svetimos šalies diplomas nebuvo pripažįstamas, ir Jangas neturėjo teisės pradėti gydytojo praktiką. Taigi jam teko dar dvejus metus studijuoti Kembridžo universitete. Aišku, Jangas paskaitų nelankė ir buvo vadinamas „Jango fenomenu". Tuo metu jis ėmė domėtis optika.

T. Jangas paprastai nesitenkindavo reiškinio samprata, bet stengdavosi įžvelgti jo priežastis, bendrus dėsningumus. Tad jam anksčiau ar vėliau buvo lemta ateiti į fiziką. 1799 m. — tais pačiais metais, kai baigė Kembridžo universitetą ir tapo gydytoju Londone, — Jangas įteikė Karališkajai draugijai memuarą „Garsas ir šviesa — bandymai ir problemos".

Po Huko, Heigenso ir Niutono optikos atradimų šioje fizikos srityje XVIII a. buvo lėtai kaupiamos žinios. Niutono autoritetas įtvirtino korpuskulinę šviesos teoriją, tačiau ji gerai aiškino tik paprasčiausius reiškinius — tiesiaeigį šviesos sklidimą ir atspindį. Jangas nurodė šios teorijos trūkumus ir pasisakė už atmestą banginę teoriją. Jis ieškojo panašumų tarp šviesos ir garso ir pirmiausia ėmėsi tirti paprastesnius garso reiškinius. Jangas pirmasis pastebėjo, kad du vienodi garso šaltiniai ne tik sustiprina, bet kai kuriose vietose aplink juos ir susilpnina vienas kito garsą. Jis suformulavo bangų superpozicijos principą — dviejų šaltinių bangos neveikia vienos kitų, jos tik susideda sudarydamas suminę bangą. Kadangi bangos įgyja minimumus ir maksimumus, tai jos gali ir stiprinti, ir silpninti viena kitą. Taip Jangas pirmą kartą dar nelabai aiškiai įžvelgė bangų interferencijos reiškinį.

Tuo tarpu pagrindinė Jango veikla — gydytojo praktika — jam nelabai sekėsi. Tai nustebino ir nuvylė jį patį, pripratusį prie lengvos sėkmės. Turėdamas labai daug medicinos žinių ir kartu suvokdamas jos priemonių ribotumą, Jangas dvejodavo, kokiu būdu gydyti ligonį, imdavo jam aiškinti įvairių vaistų privalumus bei trūkumus ar galimus diagnozės variantus, užuot pats priėmęs aiškų sprendimą.

Jangas patyrė ir kitą nesėkmę. 1801 m. jis užėmė gamtos filosofijos katedrą Karališkajame institute, tačiau jo paskaitos pasisekimo neturėjo. Jangui atrodė, kad studentai, kaip ir jis pats, turi suprasti sudėtingus dalykus iš pusės žodžio, tad dėstė mažai aiškindamas, pateikdamas per daug įvairių žinių. Po poros metų, matydamas, kad tos paskaitos ir studentams, ir jam pačiam neteikia malonumo, Jangas atsisakė pedagoginės veiklos. Tuo tarpu Londono visuomenėje jis garsėjo kaip labai įdomus ir sąmojingas pašnekovas, turintis ne tik daugybę žinių, bet ir originalių minčių.

Tuo metu Jangą vis labiau traukė fizika, ir čia jis padarė svarbiausius savo atradimus. 1801 m. jis suformulavo bendrą bangų interferencijos principą. Vienai bangai užklojant kitą, stipriausia suminė banga susidaro tose vietose, kur susideda abiejų bangų maksimumai, o silpniausia — ten, kur susideda vienos bangos maksimumas su kitos minimumu. Toks nekintantis bangų užsiklojimo vaizdas įmanomas tik tada, kai bangos yra visiškai vienodos.

1802 m. Jangas sugalvojo būdą, kaip įgyvendinti šviesos bangų interferenciją: neskaidriame ekrane jis adata pradūrė dvi skylutes, vieną greta kitos, ir apšvietė jas vienu šviesos šaltiniu. Pro skylutes praėjusios „dvi tos pačios šviesos dalys“ sudarė du šviesos kūgius. Jų kelyje padėjęs antrą ekraną, toje jo vietoje, kur vienas kūgis užklojo kitą, Jangas matė šviesias ir tamsias juostas. Uždengus kurią nors vieną skylutę arba apšvietus jas skirtingų šaltinių šviesa, juostos išnykdavo.

Jangas susiejo šviesos spalvą su jos bangos ilgiu ir, naudodamasis interferenciniu vaizdu, sugebėjo pirmą kartą išmatuoti šviesos bangų ilgį: raudonos šviesos bangų jis pasirodė esąs 1/36000 colio (0,7 mikrometro), o violetinės šviesos — 1/60000 colio (0,42 mikrometro). Tai stebėtinai gerai atitinka šiuolaikinius duomenis.

T. Jangas, kaip ir K. Heigensas bei R. Hukas, manė, kad šviesai sklisti reikalinga terpė — eteris. Kadangi jis turėtų būti labai retas, tai šviesos bangos esančios išilginės.

Fizikai Jango rezultatus sutiko skeptiškai, nes jie prieštaravo tuo metu vyravusiai Niutono korpuskulinei teorijai, o išvada, kad šviesa, susidėdama su kita šviesa, gali sudaryti tamsą, atrodė neįtikėtina. Be to, Jango darbai, kaip ir jo paskaitos, buvo sunkiai suprantami.

Jango draugas chemikas H. Devis rašė savo pažįstamam: „Jam [Jangui] būtų labai malonu, jeigu jūs parašytumėte ką nors teigiamo ar netgi kritiško“. Galop kritikas atsirado — vienas jaunas ir piktas Niutono pasekėjas parašė net tris pamfletus, kuriuose išjuokė Jango teoriją kaip „gry-

ną fantaziją", „pavojingą logikos ir sveiko proto principų pažeidimą", priekaištavo Karališkajai draugijai, kad „ši spausdina tokius paviršutiniškus ir tuščius rašinius". Iš pradžių Jangas, kaip džentelmenas, tylėjo, vėliau parašė atsakymą ir išleido jį atskira knygele. Deja, jos buvo nupirktas tik vienas egzempliorius.

Nusivylęs Jangas susidomėjo archeologija ir Egipto hieroglifų šifravimu. Ką tik buvo surastas Rozetės akmuo su jame iškaltais vienodais tekstais egiptiečių ir senąja graikų kalbomis, ir Jangas, juo naudodamasis, ėmėsi spręsti hieroglifų mįslę. Jis teisingai nustatė kai kurių hieroglifų prasmę, tačiau dalis jo prielaidų buvo klaidingos. Galutinai senąjį Egipto raštą iššifravo prancūzas Ž. Šampoljonas, kuriam ir atiteko visa garbė, o Jangas liko tik jo mažai žinomas pirmtakas.

1804 m. T. Jangas vedė beveik perpus už save jaunesnę aristokratę Elizą Maksvel. Žmona ne tik mylėjo, bet ir suprato savo vyrą. Jie gerai sutarė visą gyvenimą, nors vaikų neturėjo.

Jangas dar kartą grįžo prie fizikos problemų. Ankstesnius bei naujus savo atradimus jis apibendrino dviejų tomų veikale „Gamtos filosofijos ir mechanikos meno paskaitų kursas". Čia buvo pasiūlyta pirmoji spalvų regėjimo teorija, teigianti, kad akies tinklainėje yra trijų rūšių nervų skaidulų. Kiekviena iš jų skiria kurią nors pagrindinę spalvą: raudoną, žalią ar mėlyną, o visos kartu — kiekvieną spalvą. Ši teorija paaiškino ir akių ydą — daltonizmą: neturintis kurios nors spalvos receptorių žmogus neskiria dalies spalvų. Įdomu pastebėti, kad Jangas prisidėjo prie šios patologijos atradimo, mat aptiko turint ją savo kolegą chemiką Dž. Daltoną. Pastarasis aprašė savo matymo ypatumus, iš čia kilo jos pavadinimas daltonizmas. Vėliau Jango teoriją išplėtojo vokiečių fiziologas ir fizikas H. Helmholcas.

Savo pagrindiniame fizikos veikale Jangas taip pat nagrinėjo kietųjų kūnų tempimo, spaudimo bei šlyties deformacijas, apibrėžė jų charakteristikas, kurių viena vadinama Jango moduliu.

Šis Jango veikalas taip pat nebuvo fizikų įvertintas. Be to, tuo metu prancūzas E. Maliu atrado šviesos poliarizaciją, kurios negalėjo paaiškinti išilginių bangų teorija, bet aiškino korpuskulinė teorija. Jangas nutolo nuo fizikos ir nebegrįžo prie jos net tada, kai 1815 m. O. Frenelis, nežinodamas Jango darbų, iš naujo atrado šviesos interferenciją ir ėmė toliau plėtoti banginę teoriją. 1816 m. du prancūzų fizikai D. Arago ir L. Ž. Gei-Liusakas aplankė Jangą ir papasakojo jam apie Frenelio darbus. Jangas suabejojo jų naujumu, ir kilo ginčas. Jango žmona, netardama nė žodžio, pakilo, išėjo į kitą kambarį ir netrukus grįžo su atversta vyro

knyga, kur buvo nupieštos difrakcinės juostos bei pateiktas jų aiškinimas. Frenelis pripažino Jangą savo pirmtaku, tarp jų užsimezgė draugiški santykiai. Freneliui tarpininkaujant, Jangas buvo išrinktas Prancūzijos MA nariu.

T. Jangas visą gyvenimą turėjo įvairiausių pareigų. Apie 30 metų jis buvo Karališkosios draugijos sekretorius ryšiams su užsienio mokslininkais, nuo 1818 m. — Ilgumų biuro, rengusio jūreivystės lenteles, sekretorius, taip pat „Jūreivystės kalendoriaus“ redaktorius. Šios dvejos pareigos atimdavo daug laiko, bet neatnešė Jangui nei garbės, nei pasitenkinimo. Ilgumų biuras buvo apkaltintas klaidomis lentelėse, sukėlusiomis netgi jūrų katastrofas. Nesulaukęs pripažinimo, išvargintas nesėkmių ir ligų, Jangas paskutiniaisiais metais rado nusiraminimą egiptologijoje — ligi savo mirties 1829 m. gegužės 10 d. jis rengė egiptiečių kalbos žodyną. Mirė Jangas tik 55 metų, bet jo organizmas dėl nuolatinio įtempto darbo jau buvo visai sunykęs, tarsi daug senesnio žmogaus. Jangas buvo palaidotas žmonos tėviškėje, kaimo kapinėse, o jo mirtį mažai kas pastebėjo. Kaip fizikos klasikas T. Jangas buvo pripažintas tik XIX a. pabaigoje.



André Mari AMPERAS (1775—1836)

A. M. AMPERAS, KAIP IR T. JANGAS, BUVO GENIALUS „MOKSLO KLAJŪNAS“, DIRBĘS ĮVAIRIOSE MOKSLO SRITYSE IR DIDŽIAUSIUS SAVO ATRADIMUS PADARĘS TAIP PAT FIZIKOJE. AMPERAS YRA NAUJOS SRITIES — ELEKTRODINAMIKOS, KURIAI JIS IR SUGALVOJO PAVADINIMĄ, — PRADININKAS. VIS DĖLTO TŲ DVIEJŲ MOKSLININKŲ CHARAKTERIAI IR LIKIMAI GANA SKIRTINGI.

André Mari Amperas (A. M. Ampere) gimė 1775 m. sausio 22 d. Prancūzijoje, nedideliame Ponselė dvarelyje netoli Liono. Jo tėvas vertėsi šilko gamyba ir prekyba, tačiau buvo išsilavinęs ir žingeidus žmogus, mokėjo senąsias kalbas, domėjosi filosofija, turėjo sukaupęs puikią biblioteką. Vaikus jis auklėjo pagal filosofo ir rašytojo Ž. Ž. Ruso sistemą, sudarydamas sąlygas jiems patiems atskleisti savo gabumus ir įgyti žinių iš įvairių sričių. Ta sistema buvo ypač palanki André Mari, labai gabiam ir smalsiam berniukui. Dar nepažindamas skaičių, jis išgalvojo savo skaičiavimo sistemą. Tam jis naudojo akmenėlius ir žirnelius. Skaityti André Mari išmoko nejučiomis, vartydamas su tėvu knygas, ir pasinėrė į namų biblioteką. Jis nelankė jokios mokyklos ir per visą gyvenimą nelaikė jokio egzamino.

Ką tik Prancūzijos švietėjai D. Didro, Ž. Dalamberas ir kiti buvo baigę leisti garsiąją daugiatomę „Enciklopediją“, ir André Mari skaitė ją iš eilės, savo fenomenalia fotografine atmintimi įsimindamas ištisus

straipsnius. Jam labai patiko matematika, todėl netrukus jis perėjo prie originalių D. Bernulio, L. Oilerio ir kitų mokslininkų darbų. Trylikametis Amperas pateikė Liono akademijai pirmąjį savo memuarą, kuriame bandė spręsti „amžinąjį" apskritimo kvadratūros uždavinį. Tiesa, jis mėgo ir poeziją, rašė eiles (šio užsiėmimo neapleido ir vėliau, bet savo kūrybos nespausdino).

Amperų šeima entuziastingai sutiko Prancūzijos revoliuciją. Sužinojęs apie Bastilijos paėmimą, keturiolikmetis Amperas verkė iš džiaugsmo ir atsiklaupęs dėkojo Dievui. Jo tėvas tapo Liono prokuroru. Jis davė nurodymą suimti vietinį radikaliųjų revoliucionierių — jakobinų — lyderį. Vėliau šiems paėmus valdžią, buvęs prokuroras susilaukė mirties bausmės, — jam giljotina buvo nukirsta galva, be to, teismo sprendimu konfiskuota didžioji dalis jo turto. Šeimos gyvenimas labai pasunkėjo (tiesa, po metų Ponselė dvarelis motinai buvo grąžintas). Amperą taip sukrėtė tėvo mirtis, kad metus jis niekuo nesidomėjo, vėliau ėmė klajoti po apylinkes, rinkdamas augalus ir juos klasifikuodamas. Pamažėle jis vėl įsitraukė į daugelį darbų: rašė poemą ir tragediją, konstravo aitvarus, bandė kurti tarptautinę kalbą.

Dvidešimtmetis Amperas turėjo daugybę žinių, buvo energingas, tačiau negražus ir nevikrus, trumparegis, nekreipiantis dėmesio į savo apRangą jaunuolis. Žmonės jį dažnai sutikdavo Ponselė apylinkėse garsiai deklamuojantį lotyniškas eiles, kalbantį patį su savimi — užduodantį sau klausimus ir į juos atsakinėjantį.

Kartą taip klajodamas Andrė Mari sutiko auksaplaukę mergaitę Katrin Karon, smulkaus prekybininko dukterį, ir iš karto ją įsimylėjo. Deja, Katrin kitaip įsivaizdavo savo išrinktąjį, o jos tėvai irgi įtariai žiūrėjo į neturintį jokios specialybės, keistą jaunuolį. Tačiau gilus Ampero jausmas, nuoširdumas, protas ilgainiui pakeitė Katrin nuomonę, o jo pasižadėjimas imtis mokytojo darbo įveikė ir jos tėvų pasipriešinimą. Po trejų kankinančio laukimo metų vestuvės įvyko. Iš pradžių Amperas vertėsi privačiomis pamokomis, vėliau gavo etatinę mokytojo vietą Burgo mieste, bet, taupydamas pinigus, turėjo gyventi atskirai nuo žmonos ir mažamečio sūnaus.

Amperas parengė du matematikos traktatus, kurie buvo gerai įvertinti Paryžiaus mokslininkų, ir tai įgalino jį tapti Liono licėjaus dėstytoju. Tačiau tuo metu Ampero žmona jau sunkiai sirgo ir netrukus mirė. Amperas nebenorėjo pasilikti Lione, todėl išsirūpino repetitoriaus (dėstytojo padėjėjo) vietą Politechnikos mokykloje Paryžiuje. Čia dirbo daug garsių to meto prancūzų mokslininkų, buvo kūrybinga atmosfera. Amperas ėmė

garsėti kaip talentingas matematikas, nors tuo pačiu metu domėjosi ir daugeliu kitų dalykų. Be to, jis ilgėjosi artimos sielos ir vėl įsimylėjo, tačiau šį kartą tuščią ir irzlią miesčionę, kurios tikrąjį būdą įžvelgė tik po vestuvių. Po metų Amperas buvo priverstas bėgti iš namų, žmona jam atidavė auginti ir ką tik gimusią dukrą.

1808 m. A. M. Amperas gavo universiteto inspektoriaus pareigas, kurios buvo susijusios su dažnomis kelionėmis po šalį, ir jas vykdė iki savo mirties. 1809 m. jis tapo matematikos profesoriumi, o 1814 m. už matematikos darbus buvo išrinktas akademiku.

Ligi 1809 m. pagrindiniai moksliniai Ampero darbai buvo skirti matematikai. Tais metais Amperas vėl išgyveno dvasinę krizę — dėl motinos mirties; buvo nukrypęs į religiją, domėjosi mistika ir teologija. 1813—1820 m. jis atliko keletą vertingų chemijos darbų, tyrinėjo santykius, kuriais jungiasi cheminės medžiagos, dar prieš A. Avogadrą kėlė mintį, kad vienoduose įvairių dujų tūriuose yra vienodas skaičius molekulių, ir bandė aiškinti chemines reakcijas molekulių jungimusi.

Iki 1820 m. Amperas domėjosi naująja fizika tik kaip jos dėstytojas ir apskritai smalsus žmogus, bet originalių fizikos darbų neatliko. Staigų jo posūkį į fiziką nulėmė H. Erstedo atradimas.

Kaip buvo rašyta V. Džilberto biografijoje, šis elektrinių ir magnetinių reiškinių tyrimo pradininkas, remdamasis negausiais faktais, buvo padaręs išvadą, kad elektra ir magnetizmas yra skirtingos prigimties. Vis dėlto kartais stebimas geležinių daiktų įsimagnetinimas trenkus žaibui, taip pat po energijos tvermės dėsnio atradimo XVIII a. pabaigoje paplitusi idėja apie įvairių gamtos jėgų vieningumą vertė mokslininkus abejoti minėta išvada ir ieškoti elektros bei magnetizmo ryšio. Ilgą laiką jo aptikti nepavyko, nes manyta, kad magnetinius reiškinius turi sukelti nejudantys elektros krūviai arba juos turi veikti magnetas. Atradimą 1819 m. pabaigoje atsitiktinai padarė Kopenhagos universiteto profesorius H. Erstedas. Jis pastebėjo, kad, laidu tekant elektros srovei, netoliese padėto kompaso rodyklė nukrypsta nuo įprastinės padėties. 1820 m. liepos mėnesį Erstedas atspausdino keturių puslapių brošiūrą, kurioje aprašė tą ir kai kuriuos papildomus bandymus bei pateikė dirbtinį paaiškinimą, kad rodyklę suka aplink laidą priešingomis kryptimis judantys teigiamos ir neigiamos elektros sūkuriai.

Liepos mėnesį Amperas buvo komandiruotėje Prancūzijos šiaurėje, o rugpjūtį posėdžiavo teisme kaip prisiekęs tarėjas. Tuo metu jo draugas fizikas D. Arago dalyvavo fizikų susitikime Ženevoje, kur O. de la Rivas pademonstravo susirinkusiems mokslininkams Erstedo bandymus. Grįžęs

į Paryžių, Arago rugsėjo 4 d. Akademijos fizikos ir matematikos sekcijos posėdyje papasakojo apie matytą naują reiškinį ir susidomėjusių klausytojų buvo paprašytas atlikti tuos bandymus. Tai jis ir padarė po savaitės (posėdžiai vykdavo pirmadieniais, kartą per savaitę). Amperas dalyvavo abiejuose posėdžiuose ir susižavėjo naujuoju reiškiniu. Atidėjęs į šalį savo darbus, jis ėmė atkakliai bei nuosekliai tirti elektromagnetizmą, aiškinti jo prigimtį. Kitame posėdyje Amperas jau demonstravo kolegoms savo bandymus ir iškėlė svarbias idėjas: susuktas spirale laidas, kuriuo teka elektros srovė, veikia kaip magnetas, todėl nuolatinių magnetų viduje greičiausiai irgi sukasi elektros srovės. Amperas spėjo, kad tokios srovės lemia ir Žemės magnetizmą. Dar po savaitės Amperas jau bandymais įrodė spiralės, kuria teka srovė, ir nuolatinio magneto panašumą, be to, pranešė apie naują jo atrastą reiškinį: du laidai, kuriais teka elektros srovė, traukia arba stumia vienas kitą.

Ir vėliau Ampero pranešimai Akademijoje buvo skaitomi vienas po kito: spalį — keturi, lapkritį — du, gruodį — trys. Tai buvo Ampero žvaigždžių valandos. Jis kūrė prietaisus, sudėtingesnius iš jų užsakydavo gaminti meistrams, mokėdamas jiems iš savo lėšų. Bandymus Amperas vykdė namuose, nedideliame kambarėlyje. Pagalbininkų jis neturėjo, nors kartais jam talkindavo draugai. Kartu jis plėtojo bei tikslino elektromagnetinių reiškinių teoriją. Šis kūrybingiausias Ampero veiklos laikotarpis tęsėsi penkerius metus. Per tą laiką jis pagrindė ir išplėtojo pradines savo idėjas — įvairiais bandymais įrodė ritės, kuria teka elektros srovė, ir magneto ekvivalentumą ir kartu su Arago išrado elektromagnetą (ritės veikimas buvo sustiprintas į jos vidų įkišta geležine šerdimi). Amperas tiksliai suformulavo dviejų srovių sąveikos dėsnį: ta pačia kryptimi tekančios srovės viena kitą stumia, o priešingos krypties — traukia. Vėliau jis užrašė tą dėsnį matematiškai, nustatydamas veikiančios jėgos priklausomybę nuo srovių stiprio, atstumo bei kitų dydžių. Amperas patikslino ir magnetizmo prigimties hipotezę — uždaros elektros srovės turi tekėti ne visame magneto gabale, o jį sudarančių molekulių viduje.

Amperas visą gyvenimą mėgo kurti terminus ir sąvokas, todėl sugalvojo nemažai elektromagnetizmo terminų, kaip antai naujos fizikos srities pavadinimą „elektrodinamika“, taip pat terminus „elektros srovė“, „elektros srovės kryptis“ (ją apibrėžė kaip teigiamos elektros tekėjimo kryptį), „solenoidas“, „galvanometras“ (šio prietaiso idėją jis pats iškėlė). Tiesa, kai kurie Ampero siūlyti terminai, pavyzdžiui, reofonas (laidininkas, kuriuo teka srovė), neprigijo.

Amperui teko atkakliai kovoti už savo atradimų pripažinimą. Senosios magnetizmo teorijos šalininkai nenorėjo pasiduoti ir stengėsi paneigti jo rezultatus arba paaiškinti juos specialių magnetinių skysčių egzistavimu. To meto fizikai laikė, kad jėgos tarp dviejų taškų veikia tik išilgai juos jungiančios tiesės, todėl nenoriai pripažino naujo tipo jėgas, veikiančias statmenai tai tiesei. H. Erstedas, grauždamasis, kad kitas mokslininkas, o ne jis pats nuskynė pagrindinius jo atradimo vaisius, bandė ginčytis, kad magnetizmo, kaip elektrinės prigimties reiškinio, idėja priklauso jam. Tačiau A. M. Amperas įrodė savo prioritetą. Jam teko polemizuoti netgi su M. Faradėjumi ir H. Deviu, kurie ne iš karto pritarė magneto viduje cirkuliuojančių elektros srovių hipotezei.

Baigdamas didelį ciklą darbų, kurie buvo publikuoti kaip atskiri straipsniai ir brošiūros, A. M. Amperas suprato jų apibendrinimo svarbą ir parašė fundamentalų veikalą „Elektrodinamikos reiškinių teorija, pagrįsta vien tik bandymais", kuris buvo išleistas 1826 metais.

Svarbiausius savo atradimus Amperas padarė varginamas širdies priepuolių. Įtemptas darbas, moksliniai ginčai, rūpesčiai dėl vaikų, netikrumas dėl ateities (grįžę į valdžią Burbonai ėmė atleidinėti Napoleono laikų valdininkus) prisidėjo prie jo sveikatos pablogėjimo. Be to, Amperas manė, kad elektrodinamikos kūrimas jau iš esmės yra užbaigtas, taigi nustojo aktyviai dirbęs šioje srityje. Paskutiniaisiais metais pagrindiniu savo tikslu jis laikė bendros mokslo klasifikacijos sistemos, apie kurią galvojo nuo jaunų dienų, parengimą. Turėdamas daug įvairių mokslų žinių, Amperas stengėsi racionaliai tuos mokslus suskirstyti, nustatyti jų ribas ir tarpusavio ryšius, išskirti naujus mokslus. Jis numatė kibernetiką — mokslą apie bendrus valdymo procesų dėsningumus, bei mokslotyrą — mokslą apie mokslą (jį Amperas buvo pavadinęs mateziologija), kurie iš tikrųjų atsirado XX amžiuje. Tiesa, nemažai Ampero numatytų mokslų liko tik popieriuje, o jo pasiūlyta klasifikacija, skirstanti mokslą į vis smulkesnes dalis dvejetainiu būdu (poromis), nebuvo priimta. Bendras savo pažiūras į mokslą Amperas išdėstė dviejų tomų veikale „Mokslo filosofijos bandymas, arba visų žmogaus žinių natūralios klasifikacijos analizinis išdėstymas". Antrasis tomas išėjo jau po autoriaus mirties jo sūnaus (irgi Prancūzijos MA akademiko, bet filologo) rūpesčiu.

A. M. Amperas mirė 1836 m. birželio 10 d. komandiruotės į Marselį metu, susirgęs plaučių uždegimu. Jį slaugę svetimi žmonės palaidojo mokslininką Marselyje. Tik po 33 metų jo palaikai buvo pervežti į Paryžiaus Monmartro kapines. Ampero antkapyje užrašyta: „Jis buvo taip pat geras ir taip pat paprastas, kaip ir didis".



Georgas OMAS (1787—1854)

G. OMAS — KIEKVIENAM ŽMOGUI ŽINOMO OMO DĖSNIO ATRADĖJAS. LIGI TO DĖSNIO NUSTATYMO ELEKTROS SROVĖS TEKĖJIMĄ UŽDARA GRANDINE GAUBĖ NEAIŠKIŲ INTERPRETACIJŲ IR NETIKSLIŲ SĄVOKŲ MIGLA. OMAS PIRMASIS ĮŽVELGĖ JOJE NUOSTABIAI PAPRASTĄ DĖSNĮ.

Georgo Omo (G. Ohm) tėvas, kaip ir senelis bei prosenelis, buvo šaltkalvis. Net ir būdamas neeilinių gabumų bei įgijęs matematikos žinių iš jo namuose gyvenusio studento, be to, kurį laiką lankęs techninio piešimo mokyklą (dirbdamas pameistriu), tėvas neišvengė sąlygų nulemto likimo. Žmona mirė dar jauna, gimdydama septintą vaiką, mirė ir keturi vaikai, todėl likusius du sūnus — vyriausiąjį Georgą, gimusį 1787 m. kovo 16 d., ir trejais metais jaunesnį Martiną — tėvas nutarė žūtbūt išleisti į mokslus. Tai buvo sunkiai realizuojama svajonė, nes Vokietija išgyveno neramius laikus: vyko valstiečių sukilimas, vėliau karas su Prancūzija, kurį Vokietija pralaimėjo, po to Napoleono kariuomenės okupacija. Tačiau tėvas buvo nepaprastai valingas žmogus ir atkakliai siekė įgyvendinti savo sumanymą. Jis mokėjo už sūnų mokslą Erlangeno miesto, kur jie gyveno, pradinėje mokykloje ir pats kiek galėdamas padėjo jiems mokytis bei įgyti papildomų žinių. Sunkiai sudurdamas galą su galu, tėvas pirkdavo įvairias knygas ir kartu su sūnumis jas nagrinėjo. Šventadieniais šeima keliaudavo po miesto apylinkes, tėvas pasakodavo sūnums apie augalus ir gyvūnus, mokė matuoti plotus. Vėliau jis leido

sūnus į gimnaziją, veikusią prie universiteto. Ten dėstė daugiausia studentai ir mokymo lygis nebuvo aukštas, tad tėvas, gaminęs prietaisus universitetui, sutarė su keliais profesoriais, kad šie padėtų jo sūnums pasirengti būsimoms studijoms universitete.

1805 m. Erlangeno universitete Georgas ėmė studijuoti matematiką, fiziką ir filosofiją. Būdamas linksmo, draugingo būdo, jis greit tapo lyderiu, susižavėjo sportu, ėmė garsėti kaip puikus šokėjas, biliardo meistras bei čiuožėjas. Mokslui laiko likdavo vis mažiau. Matydamas, kad sūnus neišnaudoja su tokiu vargu jam suteiktų galimybių, tėvas pasijuto labai įskaudintas ir supyko. Tarp jų įvyko audringas kivirčas, nes sūnus nenorėjo atsisakyti teisės pačiam lemti savo elgesį. Ginčas baigėsi tuo, kad G. Omas po trijų semestrų metė universitetą ir išvyko į vieną Šveicarijos provincijos mokyklą dirbti mokytoju bei gyventi savarankiškai.

Sužavėtas Šveicarijos gamtos ir kupinas įspūdžių, Georgas ėmė rašyti tėvui laiškus, bet šis į juos neatsakydavo ir jų net neatplėšdavo. Tik po metų, įsitikinęs, kad sūnus sąžiningai dirba ir netgi gilina savo žinias, tėvas atleido Georgui. Jie pradėjo nuoširdžiai susirašinėti. Sūnus jau norėjo grįžti į universitetą, tačiau prancūzų okupacija ir materialiniai sunkumai to neleido padaryti, todėl jam teko atkakliai mokytis savarankiškai. 1811 m. G. Omas grįžo į Erlangeną, ir pasirodė, kad jo pastangos buvo sėkmingos — tais pačiais metais baigė universitetą ir netgi apsigynė disertaciją, gaudamas filosofijos mokslų daktaro laipsnį. Jam buvo pasiūlyta privatdocento vieta, bet su nedideliu atlyginimu, todėl netrukus Omas išvyko į kitą miestą dirbti matematikos ir fizikos mokytoju. Čia susidūręs su įvairiais trūkumais, jis parašė apie juos laišką vyresnybei. Reakcija buvo netikėta — mokyklą uždarė ir Omui teko ieškoti vietos kitoje mokykloje.

1817—1827 m. jis dėstė fiziką Kelno jėzuitų kolegijoje. Anot vieno jo mokinio, Omas buvo kresnas, vidutinio ūgio, energingas, pasitikintis savimi. Abiejose švarko kišenėse jis nešiodavosi po tabokinę. Omas šnekėjo nedaug, bet įdomiai, buvo sąmojingas, mėgo juokauti. Savo šeimos jis taip ir nesukūrė.

Kolegijos laboratorijoje ir saugykloje buvo sukaupta daugybė įvairių fizikos prietaisų, ir Omas, prisiminęs pas tėvą įgytus šaltkalvio įgūdžius, ėmėsi juos taisyti bei tobulinti. Be to, jis gilino savo žinias ir 1820 m. rašė tėvui: „Aš jaučiu, kad baigiu išmokti fiziką ir matematiką. Šiuolaikinio mokslo žinojimas leis man sėkmingai vykdyti savo tyrimus". Taigi jis nusprendė pradėti mokslinį darbą ir, sudomintas ką tik atliktų Erstedo bei Ampero atradimų, pasirinko elektros srovės tyrimus.

Tuo metu šioje naujoje srityje dirbo nemažai fizikų, tačiau dauguma domėjosi srovės keliamais magnetiniais, šiluminiais ar cheminiais efektais, o pačios srovės tekėjimo ypatumus tirti trukdė prastos kokybės srovės šaltiniai, negrynos medžiagos ir neaiškios elektrinę grandinę apibūdinančios sąvokos.

Pasinaudojęs Kulono sukamųjų svarstyklių idėja, Omas sukonstravo gana tikslų srovės stiprio grandinėje matavimo prietaisą. Pagrindinę jo dalį sudarė virš laido ant tampraus siūlo pakabinta magnetinė rodyklė. Orientavus laidą dienovidinio kryptimi, rodyklė nusistodavo išilgai jo, o įjungus srovę, pasisukdavo tam tikru kampu. Specialia rankenėle Omas sukdavo siūlą tol, kol rodyklė grįždavo į pradinę padėtį. Laidus jis jungdavo Ampero pasiūlytu būdu — įmerkdamas jų galus į indelį su gyvsidabriu. Visų pirma jis nustatė, kad magnetinis elektros srovės veikimas visuose grandinės taškuose yra vienodas (tuo tarpu įvairios laidininko dalys gali įkaisti skirtingai), tad būtent jis apibūdina srovės didumą, kuris grandinėje nesikeičia. Remdamasis nedaugeliu matavimo rezultatų, Omas įžvelgė logaritminę magnetinio srovės veikimo priklausomybę nuo įjungto į grandinę laidininko ilgio. Apie tai jis paskubomis paskelbė „Preliminariniame pranešime apie dėsnį, nusakantį, kaip metalai praleidžia kontaktinę elektrą“ (1825 m.). Deja, netrukus pats Omas, tęsdamas tyrimus, įsitikino suklydęs — papildomi matavimai jo išvados nepatvirtino. Beje, tais pačiais metais neteisingus elektrinės grandinės dėsnius paskelbė ir anglas P. Barlou bei prancūzas A. Bekerelis. Tačiau, skirtingai nei jie, Omas nenuleido rankų ir pasiryžo žūtbūt nustatyti teisingą dėsnį. Pagrindinė jo klaidos priežastis buvo gana greita Voltos stulpo iškrova laikui bėgant. Žurnalo „Fizikos ir chemijos analai“ redaktorius J. Pogendorfas patarė Omui vietoj Voltos stulpo naudoti neseniai išrastą termoelementą (sujungus dviejų skirtingų metalų laidininkų galus ir vieną kontaktą kaitinant, o kitą — šaldant, ši metalų pora sudarydavo mažos galios, bet gana pastovų elektros srovės šaltinį).

Šį kartą, labai kruopščiai matuodamas, Omas nustatė tikrąjį elektrinės grandinės dėsnį, kuris dabar pateikiamas vadovėliuose. Tiesa, įžiūrėti jų tapatumą nelengva. Omas vietoj elektros srovės stiprio vartojo jo matuojamo magnetinio srovės veikimo, vietoj varžos — laidininko ilgio sąvokas, o elektrovarą vadino „sužadinančia jėga“. Omas parodė, kad formulė tinka įvairiems laidininkams — ne tik variniams, bet ir pagamintiems iš kitų metalų.

Dėsnis buvo paskelbtas 1826 m. Vokietijoje leidžiamame žurnale vokiečių kalba ir, deja, nesulaukė norimo pripažinimo. Autorius buvo mažai žinomas mokytojas, prieš tai skelbęs kitokią formulę (kažkas pa-

šmaikštavo — gal pasirodys dar vienas straipsnis su trečia formule), kruopščius jo matavimus patikrinti nebuvo lengva, o dėsnis atrodė per daug paprastas, kad būtų teisingas.

Omas matė vienintelę išeitį — dirbti toliau ir įrodyti savo teisumą. Jis išsirūpino, kad būtų metams atleistas nuo pedagoginio darbo ir komandiruotas į Berlyną tęsti mokslinių tyrimų. Gyvendamas pas savo brolį, kylantį matematiką, vėliau tapusį profesoriumi, G. Omas atsidėjo vien tik mokslui. Per metus jis parašė ir atspausdino monografiją „Teoriniai elektrinių grandinių tyrimai". Remdamasis elektros srovės tekėjimo ir šilumos sklidimo analogija bei pritaikęs Ž. Furjė išplėtotus šilumos teorijos metodus, Omas pirmą kartą matematiškai aprašė elektros srovės tekėjimą grandine. Šilumos sklidimo priežastis — temperatūrų skirtumas. Omas iškėlė idėją, kad elektros srovė laidininkais teka dėl jų galuose veikiančių elektroskopinių jėgų skirtumo. To dydžio pavadinimą nulėmė Omo pasiūlytas jo matavimo būdas — prijungiant elektroskopą prie laidininko nagrinėjamo taško. Laidininko, kuriuo teka elektros srovė, galuose elektroskopo lapeliai prasiskirdavo skirtingu kampu. Elektroskopinių jėgų skirtumas atitinka dabar vartojamą potencialų skirtumą, arba įtampą. Omas įvedė dar dvi pagrindines sąvokas: elektros srovės stiprio ir laidininko varžos. Naudodamasis elektros srovės tekėjimo lygtimi, Omas teoriškai išvedė jo anksčiau eksperimentais nustatytą dėsnį grandinės daliai. Jis taip pat suformulavo laidininkų bei elektros srovės šaltinių nuoseklaus jungimo taisykles.

Savo knygą Omas išsiuntinėjo daugeliui Vokietijos ir užsienio mokslo centrų, tačiau ir šis teorinis jo darbas nebuvo iš karto įvertintas. O Berlyno universiteto profesorius F. Polis šiurkščiai užsipuolė Omą, teigdamas, kad matematiniai jo išvedžiojimai yra atitrūkę nuo realybės, neatspindi elektrinių grandinių fizikinės esmės. Omas tikėjosi sulaukti teigiamo atsiliepimo iš Prancūzijos mokslų akademijos, kur dirbo A. M. Amperas, D. Arago bei kiti elektros srovės tyrinėtojai, tačiau gal jie buvo užsiėmę savais tyrimais, o gal storą vokišką traktatą palaikė vienu iš pseudomokslinių kūrinių, kurių tais laikais netrūko, bet jokio atsako nebuvo. O žymus anglų mokslininkas M. Faradėjus visai nemokėjo vokiečių kalbos.

G. Omas nebenorėjo grįžti į Kelno kolegiją, juo labiau netapęs laimėtoju. Jis atkakliai prašė ministerijos, įvairių administracinių įstaigų, netgi imperatoriaus suteikti jam profesoriaus vietą moksliniam darbui tęsti. Deja, Omui buvo pasiūlytos tik kelios valandos paskaitų Berlyno karo mokykloje. Tik 1833 m. jam pagaliau pavyko tapti profesoriumi naujai

įsteigtoje Niurnbergo politechnikos mokykloje (po šešerių metų jis buvo išrinktas jos rektoriumi). Jis pagaliau sulaukė ir savo darbų pripažinimo: iš pradžių — užsienyje, vėliau — ir Vokietijoje. Įdomu pažymėti, jog prancūzas M. Pulje, susipažinęs su Omo monografijos ištraukomis, išverstomis į prancūzų kalbą, ir nežinodamas jo ankstesnių eksperimentinių darbų, nutarė eksperimentais patikrinti teorines Omo išvadas. Gavęs teigiamą rezultatą, jis dar kartą paskelbė Omo dėsnį (kurį laiką Prancūzijoje jis buvo vadinamas Pulje dėsniu).

Pagaliau sulaukęs sąlygų moksliniam darbui, Omas kažkodėl nebetęsė elektros tyrimų. Jis susidomėjo akustika ir atliko seriją bandymų su sirena — besisukančiu disku su skylutėmis, į kurias pučiant orą, būdavo sukeliamas tam tikro aukščio garsas, priklausantis nuo disko sukimosi greičio bei skylučių skaičiaus. G. Omas nustatė, kad ausis kaip paprastą garsą suvokia tik tokį, kurį sudaro vieno dažnio virpesiai, o jį paprastai lydintys papildomi virpesiai suteikia pagrindiniam garsui vienokį ar kitokį tembrą. Akustiniams Omo tyrinėjimams trukdė tai, kad jis visai neturėjo muzikinės klausos, tad į pagalbą kviesdavosi draugus.

1849 m. Omui, kaip žinomam mokslininkui, buvo pasiūlyta profesoriaus vieta Miuncheno universitete. Čia dirbdamas, jis paskelbė dar du straipsnius apie šviesos interferenciją, bet pagrindiniai jų rezultatai pasirodė esą anksčiau gauti kito fiziko.

Paveiktas tos nesėkmės, Omas atsidėjo administraciniam ir pedagoginiam darbui. Jis ėmėsi įgyvendinti seną savo idėją — parašyti bendrosios fizikos vadovėlį. Omas parengė ir išleido pirmąjį tomą „Indėlis į molekulinę fiziką“, o antrojo tomo „Kietojo kūno susidarymo dinamika“ spėjo parengti tik pradinį variantą. 1854 m. Omą ištiko širdies priepuolis ir jam teko sumažinti darbo krūvį. Deja, tų pačių metų liepos 6 d. Omas mirė sulaukęs 65 metų.



Ogiustenas FRENELIS (1788—1827)

BANGINĖS ŠVIESOS TEORIJOS SUKLESTĖJIMĄ IR PRIPAŽINIMĄ XIX AMŽIUJE IŠ ESMĖS LĖMĖ O. FRENELIO DARBAI. JIS NE TIK PAKARTOJO SVARBIAUSIUS T. JANGO ATRADIMUS, KURIE LIKO NEPRIPAŽINTI, BET IR PAGRINDĖ JUOS MATEMATINIAIS ĮRODYMAIS BEI NAUJAIS TIKSLIAIS EKSPERIMENTAIS.

Ogiustenas Frenelis (A. Fresnel) gimė 1788 m. gegužės 10 d. Normandijoje, Brolji dvare, kur jo tėvas, architektas, tuo metu perstatinėjo pastatus. Motina buvo kilusi iš šeimos, išugdžiusios žinomų dailininkų ir literatų. Ogiusteno pusbrolis buvo žinomas rašytojas Prosperas Merimė.

Prancūzijoje prasidėjus revoliuciniams įvykiams, Freneliai grįžo į šeimos dvarelį Matjė netoli Kano miesto (toje pačioje Normandijoje). Ogiustenas buvo silpnos sveikatos ir turėjo prastą atmintį, tad mokslai, ypač humanitariniai, jam sekėsi sunkiai. Jis taip ir neišmoko nė vienos užsienio kalbos. Jo mokytojai, matyt, nebūtų patikėję, kad jų auklėtinis taps žymiu Prancūzijos žmogumi. Užtat Ogiusteno draugai žavėjosi jo išradingumu ir sugebėjimu pagaminti geriausią šaudyklę ar lanką.

O. Frenelis baigė Kano mokyklą ir 1804 m. įstojo į Paryžiaus politechnikos mokyklą, kur jau studijavo vyresnysis jo brolis. Ši mokykla rengė ne tik karo, bet ir civilius inžinierius. Pastarieji po trejų mokymosi metų galėdavo tęsti studijas specializuotose aukštosiose mokyklose: tiltų ir kelių, kalnakasybos ir kt. O. Frenelis 1806 m. įstojo į Tiltų ir kelių

mokyklą. Ją baigęs, nuo 1809 m. vadovavo tiesiausio kelio iš Ispanijos į Italiją tiesimui Vandėjoje bei Pietų Prancūzijoje. Frenelis labai rūpestingai ir sąžiningai vykdė savo pareigas. Viename laiške jis rašė: „Toks gyvenimo būdas, nors šiek tiek nemalonus, visiškai tiktų man, jei aš taip nepavargčiau fiziškai ir jeigu būtinumas prižiūrėti, barti ir būti piktam neteiktų moralinių išgyvenimų". Be to, O. Frenelis jautė, kad kūrybiniai jo sugebėjimai lieka nepanaudoti. Laisvalaikiu jis bandė imtis mokslinių tyrimų: konstravo hidraulinę mašiną, kurios taip ir nebaigė, išgalvojo naują sodos gavimo būdą. 1814 m. Frenelis greta chemijos ėmė domėtis fizikos problemomis. Žurnale aptikęs šviesos poliarizacijos reiškinio aprašymą, bet jo nesupratęs, Ogiustenas prašė paaiškinti brolio. Tai liudija, jog tuo metu jis dar neturėjo gilesnių fizikos žinių (Politechnikos mokykla garsėjo aukštu matematikos lygiu, bet fiziką jo studijų metais dėstė nusenęs profesorius).

Frenelio gyvenimą netikėtai pakeitė politiniai įvykiai. Ištremtas į Elbos salą, Napoleonas 1815 m. staiga išsilaipino Prancūzijos pietuose ir pradėjo žygį į Paryžių. Frenelis laikė Napoleoną tironu, todėl įstojo savanoriu į rojalistų kariuomenę, kuri bandė priešintis imperatoriaus grįžimui. Napoleonui laimėjus ir prasidėjus Šimto dienų laikotarpiui, Frenelis buvo atleistas iš darbo ir jam paskirta policijos priežiūra. Vis dėlto, atsižvelgus į prastą jo sveikatą, Freneliui buvo leista apsigyventi pas motiną Matjė dvarelyje. Važiuodamas pro Paryžių, jis sugebėjo apsistoti čia kelioms dienoms ir tą laiką išnaudojo pasirengti optikos tyrinėjimams, kuriuos ketino vykdyti Matjė. Freneliui pavyko susipažinti su žinomu fiziku D. Arago, tik pora metų vyresniu už Frenelį, bet jau tapusiu akademiku. Arago nurodė svarbesnius optikos veikalus, greta Niutono, Huko, Heigenso, Grimaldžio bei Maliu darbų paminėdamas ir Jango knygą. Deja, ne viską Frenelis galėjo gauti, o juo labiau perskaityti, mokėdamas tik gimtąją kalbą.

Matjė Frenelis turėjo geras gyvenimo sąlygas ir daug laisvo laiko, bet trūko prietaisų. Kai kuriuos jis, matyt, atsivežė iš Paryžiaus, kitus gaminosi pats, padedamas vietos kalvio. Frenelis atsidėjo šviesos difrakcijos tyrinėjimams ir, visai nežinodamas Jango darbų, iš naujo atrado interferencijos principą bei išvedė formules, apibūdinančias difrakcijos juostelių susidarymą. Paprasti, bet išmoningi ir labai kruopštūs bandymai patvirtino jo skaičiavimus. Apie tai Frenelis pranešė Arago, kuris tapo moksliniu jo patarėju bei entuziastingu rėmėju. Vis dėlto greta pagyrimų Arago rašė, kad „daktaras T. Jangas nagrinėjo reiškinius metodu, gana panašiu į tą, kurį taikote ir Jūs". Tuo tarpu Frenelis labai sparčiai žen-

gė į priekį. Remdamasis interferencijos principu, jis paaiškino šviesos atspindį, lūžimą, įvairius difrakcijos atvejus, Niutono žiedų susidarymą, nustatė šviesos bangos ilgį, taigi per aštuonis mėnesius pakartojo T. Jango 1800—1804 m. padarytus atradimus. Be to, Frenelis geriau pagrindė juos eksperimentais bei tiksliau suformulavo dėsningumus, aprašydamas juos dviejuose dideliuose memuaruose, kuriuos pateikė Prancūzijos mokslų akademijai.

Grįžus į valdžią Burbonams, Frenelis buvo grąžintas į tarnybą ir gavo naują paskyrimą į Reną. Tačiau netrukus Arago rūpesčiu jam buvo suteiktos atostogos moksliniam darbui ir sudarytos sąlygos Politechnikos mokyklos laboratorijoje tiksliau pakartoti bei pratęsti eksperimentus. Kai kuriuos jų Frenelis atliko kartu su Arago.

1816 m. vasarą Arago savo kelionės į Angliją metu aplankė T. Jangą ir pranešė jam apie Frenelio rezultatus. Kaip buvo rašyta Jango biografijoje, šis gana pagrįstai pareiškė apie savo prioritetą — matyt, Arago irgi nebuvo gerai susipažinęs su Jango darbais.

Iš Anglijos atvežtos žinios nuliūdino Frenelį. Jis pripažino Jango pirmumą ir netgi norėjo mesti difrakcijos tyrimus, tačiau po trumpo depresijos laikotarpio ryžosi tolesniais originaliais darbais pelnyti tikrą pripažinimą.

Frenelis ėmė tyrinėti šviesos poliarizaciją, kurios Jangas neįstengė paaiškinti remdamasis bangine teorija. Kartu su Arago jis atliko bandymą, įrodantį, kad du šviesos pluošteliai, poliarizuoti viena kitai statmenomis kryptimis, nesudaro interferencinio vaizdo. Frenelis suprato, kad tai gali paaiškinti tik skersinių bangų teorija, tačiau neskubėjo skelbti šios neįprastos išvados, norėdamas pagrįsti ją kitais eksperimentais. Arago kategoriškai atsisakė pritarti tokiai išvadai. Tuo tarpu Jangas, sužinojęs apie tą bandymą, suskubo paskelbti kompromisinę hipotezę: nors dalelės juda šviesos bangos sklidimo kryptimi, tačiau labai maži jų virpesiai galimi ir statmena kryptimi.

Tuo metu Frenelio atostogos baigėsi, ir jis vėl grįžo vykdyti kelių inžinieriaus pareigų. Jo memuarai, pateikti Prancūzijos mokslų akademijai, sukėlė aštrius jos narių ginčus. Korpuskulinės šviesos teorijos šalininkai, tarp kurių buvo P. Laplasas, D. Puasonas ir kiti garsūs fizikai, neprarado vilties, kad šviesos difrakciją galima nuosekliai paaiškinti remiantis šia teorija. Tad minėtų fizikų iniciatyva Mokslų akademija 1817 m. paskelbė konkursą difrakcijos reiškiniams paaiškinti. Darbai jam galėjo būti pateikiami ligi 1818 m. rudens. Pagal įprastą tokių konkursų tvarką, autoriaus pavardė būdavo nurodoma užklijuotame voke, kurį konkurso komisija atplėšdavo tik nustačiusi nugalėtoją.

Arago ir Amperas įkalbėjo Frenelį dalyvauti tame konkurse ir galutinai įrodyti, kad banginė teorija yra teisinga. Jiems tarpininkaujant, Frenelis po metų pertraukos vėl grįžo į Paryžių, o netrukus jam buvo išrūpintos pareigos prižiūrėti prie Paryžiaus esantį kanalą.

Papildęs Heigenso bangos gaubtinės principą, Frenelis išplėtojo nuoseklią difrakcijos teoriją, jos skaičiavimo metodus. Jam pirmą kartą pavyko išspręsti seną problemą — įrodyti, kad banginė teorija paaiškina tiesiaeigį šviesos sklidimą. Šviesos bangos, sklindančios pro mažą skylutę neskaidriame ekrane, stiprina viena kitą tik spindulio sklidimo kryptimi, tuo tarpu kitomis kryptimis atstojamoji banga dėl interferencijos labai susilpnėja.

Frenelio teorija nebuvo griežta, ji rėmėsi mechaniniais eterio modeliais. Kartais jis pasikliaudavo nuostabia savo intuicija ir iš atskirų faktų įspėdavo ieškomą teisingą rezultatą. Frenelis stengėsi savo išvadas patikrinti kruopščiais bandymais. Juos atlikti jam padėjo jaunesnysis brolis Fiulžansas. Prietaisams pirkti ir gaminti reikėjo nemažų lėšų. Tam Frenelis skirdavo didelę dalį savo atlyginimo, nes liko nevedęs, o asmeniniai jo poreikiai buvo labai kuklūs. Laiške, rašytame 1817 m. kitam broliui, O. Frenelis guodėsi: „Vienas tas bandymas man kainavo 80 frankų, išleistų prietaisams, taigi, kaip matai, fizikoje reikia mokėti už garbę daryti atradimus".

Frenelis pateikė savo konkursinį darbą anksčiau nustatyto termino. Vertinimo komisiją sudarė penki akademijos nariai: Laplasas, Bio, Puasonas, Arago ir Gei-Liusakas. Pirmieji trys buvo korpuskulinės šviesos teorijos šalininkai, Arago — Frenelio bendramintis, o Gei-Liusakas garsėjo objektyvumu, pasikliovė tik faktais. Puasonas, atidžiai išstudijavęs Frenelio darbą, pastebėjo, kad iš jo teorijos išplaukia paradoksali išvada: apšvietus mažą neskaidrų skritulį, jo šešėlio centre turi susidaryti šviesi dėmelė. Puasonas pasiūlė patikrinti tai bandymu. Jį atlikęs, Arago gavo numatytą rezultatą. Frenelio darbas savo nuoseklumu ir tikslumu smarkiai pranoko kitą konkursui pateiktą kūrinį, bandžiusį labai miglotai aiškinti difrakciją korpuskulinės teorijos požiūriu. Taigi komisijos nariai vieningai paskyrė premiją Freneliui.

1819 m. Frenelis pakeitė savo tiesiogines pareigas — ėmėsi kurti naują apšvietimo sistemą jūros švyturiams. Tam tikslui jis panaudojo sudėtinius lęšius, taip pat išrado naujo tipo degiklį ir patobulino mechanizmą, sukantį optinę sistemą. Frenelis ne tik atliko skaičiavimus ir reikalingus bandymus, bet ir organizavo sistemos gamybą bei jos įrengimą Korduano švyturyje (Žirondos žiotyse).

Tuo pačiu metu Frenelis toliau kūrė banginę optiką. Jis teoriškai aprašė dvejopą spindulių lūžimą islandiškame špate bei įvairius šviesos poliarizacijos reiškinius, kurie išplaukė iš skersinių šviesos bangų teorijos. Netgi P. Laplasas, ilgą laiką buvęs O. Frenelio oponentu, pripažino jo teoriją vienu iš didžiausių laimėjimų. 1823 m. Frenelis vienbalsiai buvo išrinktas Prancūzijos mokslų akademijos nariu.

Tačiau jo sveikata sparčiai blogėjo. Prie to prisidėjo ir nuo 1821 m. Frenelio atliekamas papildomas neetatinio egzaminuotojo darbas Politechnikos mokykloje. Nelabai mėgdamas pedagoginį darbą, tai jis darė stokodamas pinigų fizikos bandymams. 1824 m. rudens sesija sukėlė Frenelio sveikatos krizę — smarkiai paaštrėjo tuberkuliozė. Freneliui teko atsisakyti ne tik egzaminavimo, bet ir mokslinių tyrimų. Jėgų užteko tik tiesioginėms pareigoms — švyturiams rengti.

O. Frenelis mirė 1827 m. liepos 14 d., sulaukęs 39-erių. Iš jų vos septynerius metus, dažniausiai tik laiką, atliekantį nuo inžinieriaus pareigų, jis skyrė fizikai.

XIX a. antrojoje pusėje Frenelio optika buvo suformuluota griežtesne matematine forma, pagrįsta elektromagnetine šviesos teorija, tačiau nė vieno jo gauto svarbaus rezultato neteko atsisakyti — jie liko pagrindine optikos dalimi.



Maiklas FARADĖJUS (1791—1867)

M. FARADĖJUS — VIENAS IŠ ĮŽYMIAUSIŲ XIX AMŽIAUS FIZIKŲ. TIRDAMAS ELEKTROMAGNETIZMO REIŠKINIUS, JIS TARSI NAUDOJOSI STEBUKLINGA LAZDELE — VIENĄ PO KITO DARĖ SVARBIUS ATRADIMUS, KURIE IŠ ESMĖS PAKEITĖ ŠIOS FIZIKOS SRITIES SUPRATIMĄ.

M. Faradėjaus (M. Faraday) tėvai dar prieš jo gimimą atsikraustė į Londono priemiestį, kur šeimos galvai, kalviui, buvo lengviau gauti darbo. Šeima buvo didelė, bet draugiška, darbšti. Vaikams nuo mažumės buvo diegiamas sąžiningumas ir kuklumas.

Maiklas gimė 1791 m. rugsėjo 22 d. ir buvo paskutinis, jauniausias, vaikas. Mokykloje jis įgijo tik pradinių skaitymo, rašymo ir skaičiavimo žinių. M. Faradėjus niekada neišmanė nei algebros, nei geometrijos.

Sulaukęs trylikos metų, jis buvo atiduotas dirbti į netoliese įsikūrusią knygų krautuvėlę bei knygrišyklą. Čia jis turėjo įgyti profesiją. Pirmaisiais metais, bandomuoju laikotarpiu, Maiklas dirbo įvairius pagalbinius darbus, išnešiodavo laikraščius juos užsakiusiems žmonėms. Vėliau jis buvo priimtas mokiniu į knygrišyklą, kur turėjo dirbti septynerius metus, norėdamas gauti pameistrio vardą. Faradėjus naudojosi kiekviena galimybe susipažinti su įrišamomis ir parduodamomis knygomis. Didžiausią įspūdį jam padarė „Britų enciklopedija“, kurioje perskaitė straipsnius apie elektros bandymus, bei M. Marsė mokslo populiarinimo knyga „Pašnekesiai apie chemiją“. Čia pagrindinės chemijos žinios buvo išdėstytos labai vaizdžiai ir iliustruotos daugeliu bandymų. Iš savo santaupų įsigijęs reikalingų medžiagų, Faradėjus atliko knygoje aprašytus bandymus. M. Marsė jis laikė pirmąja mokytoja ir vėliau siųsdavo jai savo veikalus.

Tuo metu Londone buvo paplitusios vakarinės ir sekmadieninės paskaitos visuomenei. Eidamas devynioliktuosius metus, Faradėjus užsirašė į misterio Teitumo trisdešimties vakarinių paskaitų ciklą iš gamtos mokslų. Per šias paskaitas Faradėjus susipažino su kitais savo amžiaus jaunuoliais, buvo pakviestas į jų savišvietos būrelį. Jie rinkdavosi kartą per savaitę, skaitydavo pranešimus gamtos mokslų, filosofijos ir literatūros klausimais, diskutuodavo. Knygrišyklos, kurioje dirbo Faradėjus, šeimininkas netrukdė savo mokinio savišvietai, netgi ją skatino.

Knygyne ir knygrišykloje lankydavosi mokslininkų, jie atkreipė dėmesį į sumanų ir smalsų jaunuolį. Vienas Londono karališkosios draugijos narys patarė Faradėjui paklausyti žymaus chemiko H. Devio viešų paskaitų, kurios buvo skaitomos Karališkajame institute.

Devis išgarsėjo ne tik Anglijoje, bet ir visoje Europoje išradęs nepavojingą angliakasių lempą, elektros lanką, atradęs šarminius metalus natrį ir kalį. Jis puikiai perteikdavo klausytojams mokslo ieškojimų dvasią ir įdomiausius atradimus. Faradėjus buvo sužavėtas tų paskaitų, nors jam teko klausyti tik keturias.

Tuo metu Faradėjaus mokymosi laikas baigėsi, ir jis tapo pameistriu. Naujasis jo darbdavys buvo šiurkštus ir piktas žmogus, užversdavo savo pavaldinį darbu ir nenorėjo nė girdėti apie jo savišvietą. Faradėjus sumanė parašyti Deviui laišką, prašydamas priimti pagalbininku į savo laboratoriją, kartu pridėjo kruopščiai perrašytus ir įrištus Devio paskaitų konspektus.

Devis į laišką atsakė, tačiau patarė darbo nekeisti, žadėdamas duoti įrišti savo knygas bei rekomenduoti Faradėjų savo pažįstamiems. Netrukus, Deviui atliekant chemijos bandymus, įvyko nedidelis sprogimas ir jam buvo sužeista akis. Prisiminęs Faradėjaus laišką, Devis pakvietė jį laikinai dirbti savo sekretoriumi. 1813 m. Faradėjus buvo priimtas laborantu į Karališkąjį institutą.

Šis institutas, įkurtas 1799 m., buvo pirmoji Europoje mokslo įstaiga, vykdžiusi vien mokslo darbus, bet neorganizavusi studijų. Jos profesoriai tik retkarčiais skaitė paskaitas visuomenei. Institute veikė puiki chemijos ir fizikos laboratorija. Prižiūrėti jos prietaisus, ruošti juos bandymams bei demonstracijoms, padėti atlikti bandymus ir buvo Faradėjaus pareiga.

Devis nebuvo linkęs rengti Faradėjų savarankiškam moksliniam darbui, tačiau jaunuolis įdėmiai stebėjo Devį ir kitus mokslininkus, analizavo jų veiksmus, stengėsi perimti geriausius jų darbo bei būdo bruožus. Faradėjus toliau lankė savišvietos būrelį, ugdė savo sugebėjimą aiškiai ir tiksliai reikšti mintis, tapo tikruoju šio būrelio vadovu.

1813 m. pabaigoje H. Devis susiruošė ilgai trejų metų kelionei po Europos mokslo centrus ir pakvietė Faradėjų vykti kartu kaip asmeninį sekretorių bei asistentą. Faradėjus ligi tol buvo matęs tik Londoną ir jo apylinkes, tad mielai priėmė pasiūlymą. Tačiau prieš pat kelionę Devio tarnas atsisakė lydėti šeimininką, todėl Faradėjus buvo paprašytas atlikti ir tarno pareigas, kol Devis susiras kitą žmogų. Deja, tai nepavyko padaryti, o gal Devis nelabai ir stengėsi. Jį aptarnauti nebuvo sunku, tačiau su Deviu vyko ir jo žmona, kuri reikalavo įvairiausių paslaugų ir stengėsi kiekviena proga nurodyti tarnui jo vietą. Faradėjui iškęsti visą kelionę padėjo tik savitvarda bei noras pamatyti garsiausius Europos miestus, kultūrines jų vertybes, susipažinti su žymiausiais mokslininkais. Iš tikrųjų Devis susitikinėjo su daugeliu mokslininkų, ir Faradėjus dalyvaudavo tuose pokalbiuose, netgi drįsdavo įterpti savo mintis. Daug kas atkreipė dėmesį į talentingą Devio pagalbininką.

Per pusantrų metų jie apkeliavo Prancūziją, Italiją, Šveicariją, Vokietiją bei Belgiją ir anksčiau nei buvo numatyta (manoma, kad to priežastis buvo Devio ir jo žmonos nesutarimai) sugrįžo į Londoną.

Faradėjus buvo paaukštintas asistentu. Jis labai nuosekliai lavinosi, gilino savo žinias ir laisvalaikiu pradėjo savarankiškus mokslinius tyrimus. 1816 m. Karališkojo instituto žurnale buvo atspausdintas pirmasis jo straipsnis apie kalkakmenio cheminę analizę. Kitais metais Faradėjus jau parašė 6 straipsnius. Pradiniu savo mokslinės veiklos laikotarpiu — ligi 1821 m. — jis daugiausia vykdė chemijos tyrimus.

1821 m. Faradėjus, laikytas prisiekusiu viengungiu, vedė savo draugo seserį, dešimčia metų jaunesnę Sarą Bernar. Vaikų jie neturėjo, tačiau labai gerai sutarė tarpusavyje, kartu išgyveno džiaugsmus ir bėdas. Žmona jam užtikrino idealias kūrybinio darbo sąlygas ir padėdavo atgauti dvasinę pusiausvyrą, ištikus nesėkmėms.

Faradėjų, kaip ir Devį, labai sudomino Erstedo atradimas, kad laidu tekanti elektros srovė veikia magnetinę rodyklę. Tą pačią dieną, kai Erstedo knygelė buvo gauta Devio laboratorijoje, jie abu ėmėsi kartoti Erstedo bandymus. 1821 m. Faradėjus parodė, kad elektromagnetines jėgas galima panaudoti mechaniniam darbui atlikti — pademonstravo bandymus, kurių metu laidininkas su juo tekančia srove sukosi aplink magnetą ir, priešingai, magnetas — aplink laidininką su srove. Tiesa, praktiškai įgyvendinti šią idėją jis nesiėmė, to ir nebuvo įmanoma dar padaryti.

Tais pačiais metais Faradėjus dienoraštyje iškėlė sau tikslą — „paversti magnetizmą elektra“. Jeigu elektra gali sukurti magnetizmą, tai galbūt ir

magnetizmas gali sukurti elektrą? Tačiau jis, kaip ir kiti to meto tyrinėtojai, tikėjosi, kad elektros srovė gali atsirasti laidininke, nejudančiame magneto atžvilgiu, tik reikalingas labai stiprus magnetas. Tad Faradėjaus bandymai nebuvo sėkmingi. Tačiau, sykį užsibrėžęs ką nors, jis atkakliai, metų metais siekdavo tikslo. Norėdamas priminti sau tą tikslą, Faradėjus nuolat kišenėje nešiojosi nedidelį magnetą. Tuo metu jis tęsė ir chemijos tyrimus (tebebūdamas asistentu, savarankiškus bandymus jis galėjo vykdyti tik laisvalaikiu). 1823 m. Faradėjus Devio nurodymu atliko bandymus su chloro hidratu. Kaitindamas jį uždarame vamzdelyje, Faradėjus išskyrė chloro dujas, tačiau ant vamzdelio sienelių atsirado ir kažkokio aliejų primenančio skysčio. Tuo metu į kambarį užėjęs bendradarbis Peris pasišaipė, kad Faradėjus atlieka bandymus su nešvariais indais. Kai Maiklas atidarė vamzdelį, norėdamas ištirti „aliejų", įvyko sprogimas ir skystis išgaravo. Kitą rytą Peris ant savo stalo rado Faradėjaus raštelį: „Aliejus, kurį jūs vakar pastebėjote, buvo ne kas kita, kaip skystas chloras". Spausdamas, o kartu ir šaldydamas Faradėjus sugebėjo suskystinti įvairias dujas.

1823 m. grupė Londono karališkosios draugijos narių rekomendavo išrinkti Faradėjų į šią draugiją. Tam pasipriešino Devis, kuris buvo draugijos prezidentas. Jis teigė, kad kai kurie Faradėjaus rezultatai, tarp jų ir chloro suskystinimas, buvo gauti tiesiogiai pritaikius jo, Devio, ir kitų mokslininkų idėjas, todėl Faradėjui nepriklauso jų prioritetas. Kandidatas sėkmingai įrodinėjo savo teisybę, ir per slaptus rinkimus prieš Faradėjaus kandidatūrą buvo įmestas tik vienas rutulys. Nepaisant Devio nenoro pripažinti asistentą sau lygiu mokslininku, Faradėjus visą gyvenimą išliko dėkingas Deviui už suteiktą galimybę dirbti mokslinį darbą ir aukštai vertino jo nuopelnus.

1825 m., pablogėjus Devio sveikatai, Faradėjus buvo paskirtas į jo vietą laboratorijos direktoriumi. Faradėjus liko kuklus, pasiaukojamai atsidavęs mokslui. Visus tyrimus jis atlikdavo pats, padedamas tik savo laboranto, atsargos seržanto Andersono. Tad mokinių Faradėjus neišugdė. Tačiau jis daug prisidėjo prie kūrybinių ieškojimų atmosferos sukūrimo Karališkajame institute, organizuodamas kartą per savaitę vakarais vykstantį seminarą, kuriame jis pats ir kiti darbuotojai skaitydavo pranešimus įvairiais mokslo klausimais. Faradėjus, kaip ir Devis, visuomenei skaitydavo viešas paskaitas, kurios turėjo didelį pasisekimą. Faradėjaus paskaitų ciklas vaikams buvo atspausdintas atskira knygele „Žvakės istorija", kuri ligi šiol yra leidžiama įvairiomis kalbomis.

1831 m. Faradėjui pagaliau pavyko pirmajam atrasti seniai ieškotą elektromagnetinės indukcijos reiškinį. Apvyniojęs geležinį žiedą dviem

vielos spiralėmis ir viena iš jų leisdamas elektros srovę, jis pastebėjo, kad srovės įjungimo ir išjungimo momentais kitoje spiralėje irgi atsiranda elektros srovė. Taigi pasirodė, kad elektros srovę sukuria ne nuolatinis magnetas (ar jam savo veikimu ekvivalenti nuolatinė elektros srovė), o kintantis magnetinis veikimas, atsirandantis silpnėjant ar stiprėjant srovei. Šią Faradėjaus išvadą patvirtino kitas bandymas — srovė ritėje buvo indukuojama ir į jos vidų kišant ar iš ten traukiant magnetą.

Faradėjaus pranešimas apie indukcijos atradimą Londono karališkosios draugijos žurnale „Filosofijos darbai" („Philosophical Transactions") pradėjo jo didžiulę tęstinę straipsnių seriją, pavadintą „Eksperimentiniai elektros tyrimai". Ji buvo spausdinama daugiau kaip 20 metų ir susidėjo iš maždaug trijų tūkstančių skirsnių.

1831—1832 m. M. Faradėjus įrodė, kad elektra, gaunama įvairiais būdais — elektros mašina, Voltos stulpu, indukcija ir kitaip, — yra tos pačios rūšies, o ne skirtingų rūšių, kaip manė daugelis fizikų. Apie tai liudijo vienodas šiluminis, cheminis, magnetinis elektros veikimas, nepriklausantis nuo jos kilmės.

Nagrinėdamas, kaip aplink magnetą (arba laidą, kuriuo teka srovė) išsidėsto magnetinės rodyklės ar geležies pjuvenos, Faradėjus pradėjo vartoti magnetinės jėgų linijos sąvoką. Linijos liestinė bet kuriame taške rodo toje vietoje padėtos magnetinės rodyklės kryptį. Iš pradžių Faradėjus magnetines rodykles ir geležies pjuvenas naudojo kaip vaizdžias pagalbines priemones magneto veikimui iliustruoti, tačiau netrukus įsitikino, kad linijų visuma atitinka realų fizikinį objektą — magnetinį lauką. Vėliau jis įvedė ir elektrinį lauką, esantį aplink įelektrintą kūną. Kiti fizikai, Faradėjaus amžininkai, labai įtariai žiūrėjo į neįprastą lauko sąvoką ir tik XX a. ji tapo viena iš svarbiausių fizikos sąvokų. Užtat Faradėjus net nebandė savo kolegoms skelbti dar originalesnės jam kilusios idėjos — kad lauko linijos gali virpėti, atsiskirti nuo jas sukūrusio kūno ir sklisti erdvėje. Jis spėjo, kad šviesą gali sudaryti tokios sklindančios lauko linijos. Tas genialias mintis 1832 m. jis surašė laiške, kurį užklijuotame voke atidavė saugoti Karališkosios draugijos archyvui. Laiškas buvo surastas tik 1938 m., kai Faradėjaus spėjimai jau buvo pasitvirtinę.

1832—1834 m. Faradėjus atliko keletą serijų bandymų, tirdamas elektros srovės tekėjimą laidžiais skysčiais — elektrolitais, ir nustatė pagrindinius elektrolizės dėsnius. Jis pradėjo vartoti terminus „elektrolitas", „elektrodas", „anodas", „katodas" ir kt.

Labai įtemptas kūrybinis darbas 1831—1834 m. laikotarpiu išsekino Faradėjų, tad per trejus vėlesnius metus jis nepaskelbė jokių rezultatų.

Atgavęs jėgas, vėl ėmėsi eksperimentinių ir teorinių elektromagnetizmo tyrimų, tačiau ligi 1839 m. naujų įžymių atradimų nepadarė. Vėl prasidėjo galvos skausmai bei svaigimas ir Faradėjui teko atsisakyti bet kokio įtempto protinio darbo, netgi rašymo ir knygų skaitymo. Ištisas dienas jis leisdavo namelyje prie jūros, sėdėdamas prie atviro lango ir žvelgdamas į dangų bei bangas. Tik rūpestingas žmonos slaugymas, o ypač jos organizuotas gydymas Šveicarijos kurorte, 1842 m. vėl leido Faradėjui grįžti prie mokslinio darbo. 1845 m. jis atliko svarbią seriją magnetizmo darbų. Faradėjus įrodė, kad magnetas veikia ne tik geležį, bet ir įvairias kitas medžiagas, tik silpniau. Tiesa, jas magnetas ne traukia, o stumia. Šis reiškinys buvo pavadintas diamagnetizmu. Faradėjus išplėtojo ir tiksliau pagrindė lauko idėją.

1855 m. jis paskelbė paskutinę, 30-ąją, elektros ir magnetizmo bandymų seriją. Faradėjaus atradimai buvo pripažinti Anglijoje ir užsienyje, jis buvo išrinktas praktiškai visų mokslų akademijų ir įvairių šalių gamtos mokslų draugijų nariu, iš viso gavo net 97 garbės diplomus. Jam buvo siūlomas Karališkosios draugijos prezidento postas, bajoro titulas, bet mokslininkas tos garbės atsisakė norėdamas ligi gyvenimo pabaigos likti tiesiog Maiklu Faradėjumi.

Tačiau jo jėgos silpo. 1862 m. Faradėjus savo laboratorijoje atliko paskutinį eksperimentą ir Karališkajame institute perskaitė paskutinę paskaitą. Nuo kitų metų jis jau neišeidavo iš namų. M. Faradėjus mirė 1867 m. rugpjūčio 25 d., sėdėdamas prie rašomojo stalo. Vykdant jo valią, įvyko kuklios laidotuvės, kuriose dalyvavo tik artimi giminaičiai bei draugai.



Džeimsas DŽAULIS (1818—1889)

DŽ. DŽAULIS — SAVAMOKSLIS EKSPERIMENTATORIUS, MATAVIMŲ TIKSLUMU PRALENKĘS PROFESIONALIUS FIZIKUS, ĮRODĘS ENERGIJOS TVERMĖS DĖSNĮ BEI APRAŠĘS ŠILUMINĮ ELEKTROS SROVĖS VEIKIMĄ.

Džeimsas Preskotas Džaulis (J. P. Joule) gimė 1818 m. gruodžio 24 d. Solfordo mieste, netoli Mančesterio. Jo tėvas buvo stambios alaus gamyklos savininkas. Silpnos sveikatos Džeimsas buvo mokomas namuose. Nuo 15 metų jis kartu su vyresniuoju broliu keletą metų lankė Mančesteryje gyvenusio žymaus chemiko ir fiziko Dž. Daltono privačias pamokas. Daltonas supažindino Džeimsą su fizikos ir chemijos pagrindais, paskatino imtis mokslinių tyrimų. Tėvas sudarė sūnui sąlygas namuose atlikti bandymus — padėjo įsirengti nedidelę laboratoriją. Kartu Džaulis dirbo ir alaus gamykloje. Jokioje mokykloje jis nesimokė.

Dž. Džaulis įsitraukė į elektros tyrimus ir elektros prietaisų konstravimą. Naudodamasis Voltos baterija, jis bandė pagaminti elektros variklį. Iš pradžių jam atrodė, kad „ekonomija augs didinant elektros kiekį ir variklio darbo kainą bus galima sumažinti be galo“. Tačiau per metus jis įsitikino, jog „cinko ir tirpalų baterijoje suvartojama tiek daug, palyginti su anglies kaina, kad įprastinis elektromagnetinis variklis tampa netinkamas naudoti, išskyrus visai išimtinus atvejus“. Šie rezultatai buvo paskelbti keliuose žurnalo „Sturgeon's Annals of Electricity“ straipsniuose.

Nagrinėdamas elektros variklio veikimą, Džaulis susidūrė su šilumos išsiskyrimo tekant elektros srovei problema. Šis reiškinys buvo pastebėtas dar amžiaus pradžioje, Voltai sukonstravus elektros elementą, tačiau dėl

elektros matavimų netikslumo ir sąvokų neapibrėžtumo ilgą laiką nepavyko nustatyti reiškinį apibūdinančio dėsnio. Džaulis tiriamą laidininką apvyniodavo ant stiklinio vamzdelio ir panardindavo į indą su vandeniu. Jautriu termometru matuodamas vandens temperatūrą, jis 1841 m. nustatė, kad išsiskyrusios šilumos kiekis, esant tai pačiai varžai, yra proporcingas srovės stiprio kvadratui, o keičiant laidininką, bet palaikant tą pačią srovę, proporcingas varžai. Šį dėsnį Džaulis patikrino tirdamas elektros srovę elektrolituose bei indukuotąją srovę. Džaulis įrodė, kad tas dėsnis galioja ir joms. Po metų Džaulio atradimą, nieko apie jį nežinodamas, pakartojo Peterburgo fizikas E. Lencas.

Matyt, ieškant šio dėsnio, Džauliui kilo mintis, kad, elektra, kūnų trintimi ar kitais būdais gaminant tam tikrą šilumos kiekį, reikia atlikti tokį patį darbą. Jis ėmėsi tiksliais bandymais ieškoti mechaninio šilumos ekvivalento, t. y. darbo kiekio, ekvivalentaus šilumos vienetui. Tai tapo pagrindiniu Džaulio gyvenimo tikslu.

Jis matavo tą dydį įvairiais metodais: priversdamas elektromagnetą suktis magnetiniame lauke, matuodamas šilumą, išsiskiriančią skysčiui tekant siaurais vamzdeliais arba spaudžiant dujas, ir pagaliau sukdamas maišyklę inde su vandeniu. Darbą atlikdavo leisdamasis žemyn svarstis (todėl darbo kiekis buvo nustatomas pagal svarsčio potencinės energijos pokytį), o išsiskyrusios šilumos kiekis būdavo apskaičiuojamas pagal išmatuotą temperatūros prieaugį. Džaulis tikslino eksperimentus, šalindamas įvairių paklaidų priežastis. Tiesa, gautų rezultatų jis neįvertindavo matematiškai, nes matematikos neišmanė ir savo darbuose netaikė. Vis dėlto išradingumas, eksperimentatoriaus talentas ir didžiulė kantrybė įgalino Džaulį labai priartėti prie tikslaus rezultato (4,187 J/cal): 1843 m. jo gauta pradinė vertė buvo 4,5 J/cal, o 1850 m. — jau 4,16 J/cal. (Šiuo metu, laikantis SI vienetų sistemos, šiluma ir darbas matuojami tais pačiais vienetais — džauliais, pavadintais šio mokslininko garbei, tad naudoti mechaninį šilumos ekvivalentą nebėra reikalo.)

Dar 1843 m., pateikdamas savo matavimų rezultatus, Džaulis kėlė bendrą idėją, kad „galingos gamtos jėgos, atsiradusios Kūrėjo valia, yra nesunaikinamos, ir visais atvejais, kai yra eikvojama mechaninė jėga, gaunamas tiksliai ekvivalentus šilumos kiekis“. Tuo metu jėgos ir energijos sąvokos dar nebuvo skiriamos ir abi jos vadintos jėga, taigi Džaulis suformulavo energijos tvermės dėsnį, atsižvelgdamas į šilumą, kaip į ypatingą energijos rūšį.

Kaip buvo rašyta, pirmasis mechaninį šilumos ekvivalentą nustatė bei energijos tvermės dėsnį įžvelgė S. Karno, tačiau tie rezultatai liko jo užrašų knygelėje nepublikuoti. Jei ne staigi S. Karno mirtis, jis, be abejo,

būtų apibendrinęs ir paskelbęs tuos rezultatus. Atsitiktinumai turi įtaką mokslo raidai, tačiau, kaupiantis mokslo žinioms, pribrendę atradimai netrukus padaromi kitų mokslininkų. Beveik kartu su Džauliu, netgi metais už jį anksčiau, energijos tvermės idėja kilo ir vokiečių gydytojui R. Majeriui. 1842 m. straipsnyje, kuris buvo atspausdintas fizikams mažai žinomame chemijos ir farmacijos žurnale, Majeris tvirtino: „Iš tikrųjų egzistuoja tik viena vienintelė jėga. Amžinai keisdamasi, ji cirkuliuoja negyvojoje ir gyvojoje gamtoje. Ir ten, ir čia nėra proceso, kurio metu nesikeistų jėgos forma". Majeriui trūko fizikos žinių, jis pats netgi nevykdė eksperimentų, bet, naudodamasis kitų rezultatais, sugebėjo įvertinti (aišku, ne taip tiksliai kaip Džaulis) mechaninį šilumos ekvivalentą ir pirmas intuityviai įžvelgė energijos tvermės dėsnio bendrumą bei visuotinumą. Deja, filosofiniai jo įrodinėjimai fizikų neįtikino. Fizikoje svarbiausias argumentas — tikslūs matavimai, tad būtent Džaulio vis tiksliau atliekami eksperimentai įteisino energijos tvermės dėsnį.

1847 m. Džaulis pranešė apie savo darbus Britanijos gamtos tyrinėtojų draugijos susirinkime, kuriame dalyvavo M. Faradėjus ir V. Tomsonas. Pastarasis vėliau atsiminė: „Tame susirinkime aš susipažinau su Džauliu, ir toji pažintis greit virto draugyste visam gyvenimui. Išklausęs jo pranešimą, aš iš pradžių norėjau atsistoti ir pareikšti, kad jis klysta, betgi pamažėle supratau, jog tame pranešime slypi didelė tiesa ir didelis atradimas". Po kai kurių diskusijų ir patikrinimų Džaulio rezultatais patikėjo ir kiti mokslininkai.

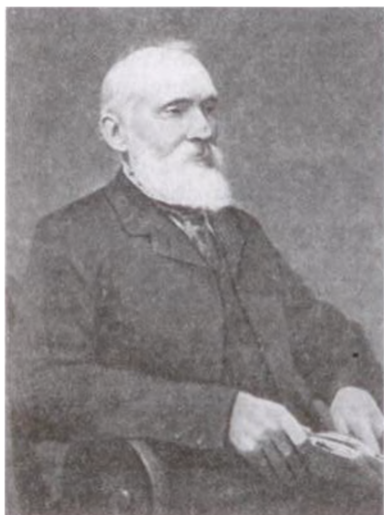
Tais pačiais 1847 m. Džaulis savo straipsnį apie mechaninio šilumos ekvivalento nustatymą pasiuntė Paryžiaus MA, ir jis buvo atspausdintas žurnale „Comptes Rendue". R. Majeris, perskaitęs straipsnį, atsiuntė žurnalui laišką, reikšdamas pretenzijas dėl savo pirmumo. Tarp Džaulio ir Majerio kilo diskusija, į kurią įsitraukė daugiau mokslininkų. Energijos tvermės idėja jau „tvyrojo" fizikoje, tad ji kristalizavosi ir kitų mokslininkų darbuose. Būtent 1847 m., nežinodamas Majerio rezultatų ir skaitęs tik pirmuosius Džaulio straipsnius, vokiečių fizikas H. Helmholcas atskyrė energijos bei jėgos sąvokas ir bendrai matematiškai suformulavo energijos tvermės dėsnį. Šie trys mokslininkai — Majeris, Džaulis bei Helmholcas — ir yra laikomi pagrindiniais dėsnio atradėjais.

Džaulio eksperimentai tapo galutiniu argumentu, kad šiluma yra ne speciali substancija — kalorikas, pertekantis iš vieno kūno į kitą, o kūną sudarančių dalelių netvarkingo judėjimo energija. Džaulis vienas iš pirmųjų bandė plėtoti paprasčiausios medžiagos formos — dujų — molekulinę teoriją. Padaręs prielaidą, kad molekulės yra standūs rutuliukai,

kurie, atsitrenkdami į indo sieneles, sukuria dujų slėgį. Džaulis pirmą kartą įvertino dujų molekulių greičius. Jie pasirodė esą nelauktai dideli (vandenilio molekulių greitis gavosi apie 1850 m/s). Gauti daugiau kinetinės dujų teorijos rezultatų Džauliui trukdė jo menkos matematinės žinios.

1851 m. Džaulis buvo išrinktas Londono karališkosios draugijos nariu. Jis niekada nedėstė aukštojoje mokykloje. Po tėvo mirties jis kartu su broliu valdė alaus gamyklą, tačiau nejautė polinkio komercinei veiklai ir savo jėgas bei laiką daugiausia skirdavo mokslui. Gamykla vertėsi nekaip ir 1854 m. buvo parduota.

Džaulis buvo silpnos sveikatos, todėl pasirinko uždarą, ramų gyvenimo būdą. Tas jo uždarumas ypač padidėjo po žmonos mirties 1854 m. Svarbesnių mokslo darbų Džaulis nebeatliko, tik 1867 m., tikslinant fizikinių dydžių vienetus, buvo paprašytas dar kartą labai kruopščiai nustatyti mechaninį šilumos ekvivalentą. Nuo 1872 m. Džaulio sveikata dar pablogėjo, ir jis jau nebesiėmė rimtesnių darbų. 1878 m. jam buvo paskirta karaliaus pensija. Dž. P. Džaulis mirė 1889 m. spalio 11 d. Seilyje (prie Londono), palaidotas Vestminsterio abatijoje.



Viljamas TOMSONAS (1824—1907)

XIX AMŽIAUS ANTROJOJE PUSĖJE BUVO IŠPLĖTOTA BENDRA ŠILUMINIŲ REIŠKINIŲ TEORIJA — TERMODINAMIKA. PAGRINDINIAI JOS KŪRĖJAI — V. TOMSONAS IR R. KLAUZIJUS.

Viljamas Tomsonas (W. Thomson) gimė 1824 m. birželio 26 d. Belfaste (Šiaurės Airija). Jo tėvas buvo technikos (tų laikų terminu — inžinerijos) profesorius. Vaikui sulaukus 6 metų, mirė motina. Netrukus tėvas grįžo į Škotiją, iš kur buvo kilęs, ir Glazgo universitete užėmė matematikos profesoriaus vietą. Netekę motinos, Viljamas ir vyresnysis jo brolis Džeimsas labai prisirišo prie tėvo. Be to, broliai buvo labai artimi vienas kitam, tas glaudus jų ryšys išliko visą gyvenimą. Profesorius Tomsonas mėgo keliauti, vasarą su sūnumis važinėdavo po Didžiąją Britaniją ir kitas šalis. Tą pomėgį perėmė ir Viljamas.

Nuo 8 metų Viljamas ėmė lankyti tėvo paskaitas universitete. Kartais, kai studentai nežinodavo atsakymo į profesoriaus klausimą, sūnus neiškęsdavo: „Prašau, tėti, na, prašau — leisk atsakyti man". Išskirtinių gabumų dešimtmetis Viljamas bei dvylikametis Džeimsas buvo oficialiai priimti universiteto studentais. Nuo 15 metų V. Tomsonas ėmė spausdinti mokslinius straipsnius; pirmasis iš jų, skirtas šilumos sklidimo matematinei analizei, buvo atspausdintas „Kembridžo matematinės draugijos darbuose". Septyniolikos metų V. Tomsonas baigė Glazgo universitetą ir tęsė matematikos bei fizikos studijas Kembridžo universitete.

Puikiai mokydamasis, jis rasdavo laiko ir sportui bei pramogoms — tapo vienu iš geriausių universiteto irkluotojų, kartu su kitais įsteigė

Kembridžo muzikos draugiją ir grojo jos koncertuose antruoju ragu. Išliko to meto jo laiškas tėvui: „Mano brangusis tėti, man tenka vėl kreiptis į tave tuo pačiu maloniu reikalu ir pranešti, kad aš nebeturiu pinigų. Aš išleidau beveik viską, ką tu man atsiuntei, sumokėjęs prieš išvykimą visas Kembridžo sąskaitas, ... ir dabar man liko tik pusė kronos". Tėvui teko paprašyti sūnaus, kad šis rašytų ir siųstų savo išlaidų apyskaitas.

Baigęs Kembridžo universitetą, V. Tomsonas keletą mėnesių tobulinosi užsienyje. Anksti suradęs pagrindinę mokslinių tyrimų kryptį — šilumos fiziką, jis stažavosi žinomo šiluminių reiškinių tyrinėtojo A. Renjo laboratorijoje Paryžiuje. Čia V. Tomsonas susipažino su S. Karno idėjomis, kurios tapo tolesnių jo ieškojimų kelrodžiu.

Tomsonui grįžus į Glazgo universitetą, ten kaip tik atsilaisvino fizikos profesoriaus vieta, ir jis 1846 m., būdamas vos 22-ejų, užėmė šias pareigas. Nuo tol visas jo gyvenimas — daugiau kaip 50 metų — buvo susijęs su Glazgo universitetu. Tomsono pavyzdys liudijo, kad fizikas gali labai sėkmingai kurti nekeisdamas kartkartėmis savo aplinkos ir darbo vietos.

V. Tomsonas daugiau pasižymėjo kaip teoretikas, tačiau nemažai laiko skyrė ir eksperimentiniams tyrimams. Glazgo universitete jis įkūrė fizikos laboratoriją, kuri buvo naudojama ne tik mokymui, bet ir moksliniams darbams.

1848 m. V. Tomsonas atliko pirmąjį svarbų darbą — sukūrė absoliutinę temperatūros skalę, kuri pagal jos atradėjo vėliau pelnytą lordo Kelvino titulą vadinama Kelvino skale. Ligi tol siūlyta daug įvairių temperatūros skalių: Farenheito, Celsijaus, Reomiūro ir kt., bet visos jos buvo laisvai pasirinktos išradėjų nuožiūra. Tomsonas pasiūlė temperatūros vienetą susieti su tam tikru idealiosios šiluminės mašinos atliekamu darbu, o absoliutinės skalės nulis atitiko tos mašinos aušintuvo temperatūrą, kuriai esant jos naudingumo koeficientas turėtų būti didžiausias, t. y. lygus 100 %. Vėliau Tomsonas priėjo išvadą, kad kūno temperatūra yra proporcinga mažiausių jo dalelių judėjimo energijai ir absoliutinis nulis atitinka žemiausią temperatūrą, kai tas judėjimas visai sustoja (tai patikslino kvantinė teorija — tam tikri svyravimai išlieka ir artėjant prie absoliutinio nulio). Kaip parodė Tomsonas kartu su Džauliu, absoliutinę temperatūros skalę praktiškai galima realizuoti naudojantis dujiniu termometru. Tomsonas suprato, kad Karno mašinos teorija, šilumos ir darbo ekvivalentumo nustatymas bei absoliutinės temperatūros įvedimas, suderinti tarpusavyje, įgalina apibendrinti šilumos fiziką, išskirti pagrindinius jos principus. To tikslo jis siekė dvejus metus. Tačiau Tomsoną aplenkė jaunas vokiečių teoretikas R. Klauzijus, 1850 m. pirmasis suformulavęs du pagrindinius šilumos teorijos principus. Kaip pirmąjį principą jis priėmė šilumos ir darbo ekvivalentumą: sistemos gautas šilumos kiekis lygus

jos atliktam darbui bei kūno „slaptosios šilumos“ prieaugiui (vėliau Tomsonas šią „slaptąją šilumą“ pavadino tiksliau — vidine kūno energija). Antruoju pagrindiniu principu Klauzijus laikė teiginį, kad šiluma negali savaime tekėti iš šaltesnio kūno į šiltesnį, tai įmanoma tik eikvojant energiją.

1851 m. Tomsonas pradėjo spausdinti darbų ciklą bendru pavadinimu „Apie dinaminę šilumos teoriją“. Pirmuosiuose dviejuose darbuose jis irgi suformulavo pagrindinius bendrosios šilumos teorijos (jo pavadintos termodinamika) principus, tiesa, kiek kitokia forma negu Klauzijus. Tomsonas pirmasis ėmėsi nagrinėti ne tik idealizuotus grįžtamuosius, bet ir realius negrįžtamuosius procesus. 1852 m. paskelbtame darbe „Apie gamtoje pasireiškiančią bendrą mechaninės energijos išsisklaidymo tendenciją“ jis atkreipė dėmesį į tai, kad nors pilnutinis energijos kiekis gamtoje nesikeičia, tačiau mechaninė energija, kuri gali būti panaudota žmogaus, mažėja. Dėl trinties, šilumos laidumo, spinduliavimo energija išsisklaido aplinkoje. Tuo remdamasis, Tomsonas padarė išvadą, kad Žemė ilgainiui taps netinkama gyventi žmogui. Tai buvo bandyta apibendrinti net Visatai ir tapo plačiai žinoma kaip Visatos šiluminės mirties hipotezė. Ji sukėlė dideles diskusijas, kurios kartais atgyja net šiais laikais. Iš tikrųjų Žemė nuolat gauna papildomai energijos iš Saulės. Jeigu ši užgestų ar tik truputį sumažintų savo energijos srautą, mūsų planeta gana greit taptų ledo dykuma. Kas liečia Visatą, tai fizikai kol kas dar turi per mažai žinių jos ateičiai numatyti. Netgi nežinoma, ar Visata yra uždara sistema, kuriai galioja Tomsono aprašytas dėsningumas.

Vėliau Klauzijus įvedė naują dydį — entropiją, kuri apibūdina Tomsono aprašytą energijos sklaidą ir jos degradaciją — vertingesnių rūšių energijos virsmą šiluma bei vidine energija. Jis performulavo II termodinamikos principą, teigdamas, kad negrįžtamųjų procesų metu uždaros sistemos entropija didėja.

Taip V. Tomsonas ir R. Klauzijus įrodė, kad šiluminiai procesai nurodo laiko strėlę — išskiria laiko kryptį „iš praeities į ateitį“. To neleidžia padaryti mechaniniai reiškiniai: jeigu galimas kažkoks procesas, tai įmanomas ir jam priešingas procesas. Tuo tarpu uždaroje sistemoje energija savaime gali tik išsisklaidyti, bet ne koncentruotis, kas atitinka entropijos mažėjimą, taigi neįmanoma ir tokį procesą atitinkanti laiko kryptis iš ateities į praeitį.

Tomsonas dar jaunystėje buvo susižavėjęs idėja perduoti elektrinius signalus dideliais atstumais. XIX a. šeštajame dešimtmetyje pradėjus tiesti transatlantinį kabelį tarp Anglijos ir JAV, Tomsonas tapo pagrindiniu tų darbų moksliniu konsultantu. Jis sukūrė įvairius tikslius prietaisus — galvanometrą, elektrometrą ir voltmetrą labai silpniems elektriniams

signalams matuoti, apskaičiavo kabelio parametrus. Nagrinėdamas signalų sklidimą, Tomsonas išvedė žinomą formulę, siejančią elektrinių virpesių kontūro periodą su jo talpa bei induktyvumu. Mokslininkas tiesiogiai dalyvavo ir tiesiant kabelį jūroje. Taigi, susidomėjęs navigacijos problemomis, jis iš esmės patobulino jūros kompasą (įtaisė rodyklę taip, kad jos netrikdytų laivo supimas), sukonstravo echolotą jūros gyliui matuoti. Transatlantiniam kabeliui pradėjus sėkmingai veikti, Tomsonui buvo suteiktas sero titulas.

Apskritai ko tik Tomsonas imdavosi, tas jam sekdavosi. Pasižymėdamas didžiule erudicija ir sumanumu, jis neatsisakydavo įvairių mokslinių ekspertizių, už kurias būdavo gerai atlyginama, be to, užpatentavo ne vieną savo išradimą. Taigi jis buvo vienas iš tų retų mokslininkų, kuriems mokslinis darbas padėjo praturtėti. Tomsonas turėjo namą, vilą, prabangią jachtą. Jis buvo du kartus vedęs ir gražiai sugyveno su abiem žmonomis, deja, vaikų neturėjo. Po pirmosios žmonos mirties Tomsonas, norėdamas pasimiršti, pasinėrė į darbą. Tačiau po kurio laiko jis išvyko su jachta į vandenyną ir prie Maderos salos sutiko savo antrąją būsimą žmoną.

1881 m. Tomsonas kartu su Helmholcu, Klauzijumi bei kitais žymiais fizikais įėjo į komisiją, kuri sudarė pirmąją suderintą elektros vienetų sistemą. Jis bandė aprašyti atomus kaip patvarius eterio sūkurius. Tiesa, vėliau jo bendrapavardžiui Dž. Dž. Tomsonui atradus elektroną ir pasiūlius pirmąjį atomo modelį (elektronai plaukiojantys teigiamo krūvio debesėlyje), V. Tomsonas iš karto pripažino tą modelį ir savo autoritetu jį įtvirtino. Antra vertus, jis suklydo neigdamas Maksvelo elektromagnetinio lauko teoriją bei hipotezę apie elektromagnetinę šviesos prigimtį.

XIX a. pabaigoje Tomsonas tapo vienu garsiausių pasaulio fizikų. 1890 m. jis buvo išrinktas Londono karališkosios draugijos prezidentu. Netrukus karalienė Viktorija suteikė jam antrąjį — lordo — titulą. Ta proga Tomsonas turėjo pasirinkti lordo vardą. Artimieji juokais jam siūlė būti lordu Kabeliu arba lordu Kompasu. Tomsonas pasirinko Kelvino upės, tekančios pro Glazgo universitetą, su kuriuo buvo susijusi visa jo mokslinė veikla, pavadinimą. Taip V. Tomsonas tapo lordu Kelvinu ir tuo vardu dažnai minimas fizikos istorijoje.

1899 m. Tomsonas išėjo į pensiją, kas gerokai sutrikdė įprastinį jo gyvenimo ritmą, tačiau ir toliau domėjosi įvairiomis mokslo problemomis. 1900 m. Paryžiuje įvyko pirmasis tarptautinis fizikų kongresas, susietas su XIX a. pabaiga, ir ta proga surengta pasaulinė paroda. V. Tomsonas buvo išrinktas šio kongreso garbės pirmininku.

Mokslininkas mirė 1907 m. gruodžio 17 d. ir buvo palaidotas šalia I. Niutono Vestminsterio abatijoje.



Džeimsas Klarkas MAKSVELAS (1831—1879)

DŽ. K. MAKSVELAS SUKŪRĖ VIENINGĄ ELEKTRINIŲ IR MAGNETINIŲ REIŠKINIŲ TEORIJĄ, NUMATĖ ELEKTROMAGNETINIŲ BANGŲ EGZISTAVIMĄ, ĮŽVELGĖ ELEKTROMAGNETINĘ ŠVIESOS PRIGIMTĮ, BUVO VIENAS IŠ KINETINĖS DUJŲ TEORIJOS KŪRĖJŲ. TIE ĮSPŪDINGI JO DARBAI IŠKELIA MAKSVELĄ Į ŽYMIAUSIŲ XIX AMŽIAUS FIZIKŲ GRETĄ.

Nedidelė škotų tauta, ne ką gausesnė negu lietuvių, išugdė ne vieną didį mokslininką. Štai ir šioje knygoje greta V. Tomsono pateikiama dar vieno škoto biografija.

Dž. K. Maksvelo senelis buvo jūrų kapitonas ir turėjo Klarko pavardę. Tačiau, mirus jo turtingam broliui, jaunesnysis kapitono sūnus paveldėjo nedidelį Midlbi dvarą, priklausiusį senai Maksvelų giminei, ir pagal škotų paprotį prie savo pavardės prijungė Maksvelo pavardę, kurią jo sūnus jau laikė pagrindine, o tikroji tapo tarsi antruoju vardu. (Taigi Maksvelo lygtys galėtų vadintis Klarko ar bent Klarko-Maksvelo lygtimis.)

Džeimsas Klarkas Maksvelas (J. C. Maxwell) gimė 1831 m. birželio 13 d. Škotijos sostinėje Edinburge, tačiau augo daugiausia Midlbi dvare, kurį tėvas pervadino Gleinleinu (urvu siaurame slėnyje). Vaikas buvo labai smalsus. Sulaukęs vos trejų, jis atkakliai tyrinėdavo durų spynas ir raktus, o ypač po visą namą išvedžiotas vielas (prie jų prikabintais skambučiais buvo kviečiami tarnai). Eidamas palei upokšnį, Džeimsas bandė įsitikinti, kad jis tikrai įteka į jūrą. Berniukas nenurimdavo tol, kol neišsiaiškindavo jį sudominusio reiškinio.

Deja, jam sulaukus 8-erių, mirė motina. Džeimsą auklėjo ir lavino tėvas, turėjęs teisininko diplomą, bet domėjęsis įvairiais dalykais. Neblogai pasirengęs dešimtmetis Džeimsas įstojo į Edinburgo klasikinę gimnaziją, vadintą akademija. Gana didelis mokestis už mokslą įgalino čia surinkti gerus mokytojus, didžiausias dėmesys buvo skiriamas lotynų, graikų ir anglų kalboms, taip pat senajai romėnų literatūrai ir Šventajam raštui.

Kritiškai mąstantis, smalsus ir kandus berniukas nelabai pritapo prie bendraamžių, tėvas ir toliau liko geriausias jo draugas.

Keturiolikametis Džeimsas Klarkas parengė pirmąjį mokslinį darbą apie ovalinių kreivių savybes. Edinburgo karališkoji draugija pripažino jį vertą perskaityti savo posėdyje, bet negalėjo leisti, kad vaikas aiškintų džentelmenų auditorijai, todėl už jį pranešimą skaitė vienas profesorius. Vėliau straipsnis buvo atspausdintas šios draugijos žurnale.

1847 m. Maksvelas įstojo į Edinburgo universiteto matematikos klasę, o po trejų metų perėjo į Kembridžo universitetą, kur matematikos ir fizikos mokymo lygis buvo aukštesnis. 1849 m. Džeimsas parengė antrąjį darbą, irgi skirtą matematinėms kreivėms (jo taip pat negavo teisės skaityti). Po metų trečiąjį darbą apie stangrius kietuosius kūnus Edinburgo karališkajai draugijai jau pristatė pats.

1854 m. Maksvelas baigė Kembridžo universiteto Triniti kolegiją ir buvo paskirtas jos dėstytoju. Jis daug skaitė naudodamasis turtinga Kembridžo biblioteka, nes pasižymėjo ne tik gabumais, bet ir darbštumu bei veiklos kryptingumu. Maksvelas laikėsi originalios dienotvarkės — miegodavo du kartus per parą: pirmą kartą — nuo penkių ligi pusės dešimtos vakaro, tada keturias valandas dirbdavo, pusvalandį vidury nakties sportuodavo ir vėl miegodavo nuo pusės trijų ligi septynių ryto. Tuoj po universiteto baigimo jis susižavėjo Faradėjaus „Eksperimentinės fizikos tyrimais“ ir atsidėjęs išstudijavo visą keliais tomais išleistą jo straipsnių ciklą. Maksvelas suprato, kad lauko idėja, išreikšta matematine forma, įgalina sukurti vieningą elektrinių ir magnetinių reiškinių teoriją. Tai tapo pagrindiniu jo veiklos tikslu, ilgų apmąstymų objektu. Šią savo mokslinę programą Maksvelas suformulavo straipsnyje „Apie Faradėjaus jėgų linijas“, kuris buvo pasiųstas Faradėjui ir susilaukė teigiamo jo įvertinimo.

1856 m. Maksvelas grįžo į Škotiją, kur Aberdyno miesto Marešalio koledže užėmė fizikos profesoriaus vietą. Viena iš priežasčių buvo noras gyventi arčiau tėvo, tačiau šis mirė kelios dienos iki sūnaus paskyrimo.

Maksvelas nebuvo geras lektorius nei tais laikais, nei vėliau — jis pervertindavo klausytojų sugebėjimus įsisavinti pateikiamą medžiagą. Tačiau paskaitų krūvis koledže buvo nedidelis, ir jam likdavo daug laiko moksliniam darbui. Elektromagnetizmo problema sprendėsi sunkiai, tad Maksvelas, atidėjęs ją, ėmėsi Saturno planetos žiedų mįslės, kurios sprendimo konkursą paskelbė Kembridžo universitetas. Nenormalią Saturno formą — tarsi dvi ataugas iš abiejų jo pusių — pastebėjo dar G. Galilėjus. K. Heigensas pirmasis suprato, kad Saturnas yra apsuptas plono žiedo, kuris, planetai pasisukus, tampa nematomas; vėliau paaiškėjo, kad yra keletas koncentrinių žiedų. Konkursiniame darbe reikėjo teoriškai išnagrinėti žiedų stabilumo ir jų sandaros problemą. Maksvelas išplėtojo tokių žiedų teoriją ir atliko didelius skaičiavimus. Jis įrodė, kad kieti žiedai būtų nestabilūs — juos suardytų kylančios bangos. Skysti žiedai taip pat negalėtų egzistuoti. Taigi Maksvelo tyrimas liudijo, kad Saturno žiedai turi būti sudaryti iš nedidelių kietos medžiagos gabalų, besisukančių aplink planetą. (Tą Maksvelo numatymą po daugiau kaip šimto metų patvirtino pro Saturną pralėkusių tarpplanetinių stočių „Pioneer 11" ir „Voyager 1" kameros.) Maksvelas gavo premiją, o vėliau Saturno žiedų teoriją aprašė atskiroje knygoje.

1858 m. Maksvelas vedė Ketrin Meri Diuar, koledžo direktoriaus dukterį. Po vedybų paaiškėjo gana sunkus, impulsyvus jos charakteris. Maksvelas, priešingai, buvo labai ramus ir kilniaširdis. Tie jo bruožai kartu su meile žmonai padėjo išsaugoti santuoką, nors ji teikė ne tik džiaugsmo, bet ir nuoskaudų.

Saturno žiedų, sudarytų iš daugelio dalelių, tyrimas atvedė Maksvelą į tuo metu pradėtą plėtoti kinetinę dujų teoriją. Dž. P. Džaulis, A. Kroningas ir R. Klauzijus, remdamiesi netvarkingai judančių ir nuolat tampriai susiduriančių dujų molekulių modeliu, paaiškino kai kurias dujų savybes, tačiau jie darė labai apytikrę prielaidą, kad visų molekulių greičiai yra vienodi, nors buvo aišku, kad, susidurdamos vienos su kitomis, molekulės turi įgyti įvairius greičius. Esant milžiniškam jų skaičiui, nustatyti kiekvienos dalelės greitį buvo neišsprendžiama problema. Maksvelas pirmasis suprato, kad tai nėra reikalinga — norint aprašyti dujų savybes, užtenka žinoti molekulių greičių skirstinį, t. y. žinoti, kiek molekulių turi vienokį ar kitokį greitį. Remdamasis bendromis prielaidomis apie molekulių savybes bei visų judėjimo krypčių lygiateisiškumą ir kt., Maksvelas surado tokį skirstinį. Tai įgalino jį išplėtoti dujų difuzijos, šilumos laidumo bei vidinės trinties teoriją. Tie jo rezultatai buvo atspausdinti dviejuose klasikiniuose darbuose, paskelbtuose 1860 ir 1866 metais.

Marešalio koledžo vadovybė pedagoginį darbą vertino labiau negu mokslinį, tad, 1860 m. vietoj dviejų koledžų įkūrus Aberdyno universitetą, Maksvelas neteko vietos ir persikėlė dirbti į Londono universiteto Karališkąjį koledžą. Londone jis pagaliau susipažino su savo autoritetu Faradėjumi, deja, įžymusis mokslininkas jau buvo pasenęs, skundėsi visišku atminties praradimu.

Būtent Londone 1861—1864 m. Maksvelui pagaliau pavyko atlikti įstabiausią savo darbą — sukurti vieningą elektromagnetizmo teoriją. Jai įžvelgti reikėjo didžiulės intuicijos ir gamtos harmonijos suvokimo. Remdamasis žinomais dėsniais, vedinas Faradėjaus lauko idėjos, pasitelkdamas matematinius metodus ir apytikrius modelius, jis užkopė tarsi alpinistas vos įžvelgiamomis atbrailomis į abstraktaus pažinimo viršukalnę. Maksvelas užrašė keturias bendras lygtis, dabar vadinamas Maksvelo lygtimis, kurios susieja elektros krūvius bei sroves ir jų sukuriamą elektromagnetinį lauką (apibrėžtą griežtomis matematinėmis charakteristikomis). Tos lygtys apibūdino visą elektromagnetinių reiškinių įvairovę. Atskirais atvejais lygtys virsdavo žinomais dėsniais: Kulono, Ampero ir kt. Tačiau jos pateikė ir naujų, netikėtų išvadų. Pati įdomiausia iš jų — elektromagnetinių bangų egzistavimas. Kintantis laikui bėgant elektrinis laukas sukuria kintantį magnetinį lauką, o šis savo ruožtu — vėl elektrinį lauką. Tokiu būdu atsiranda sklindančios erdvėje, atitrūkusios nuo jas sukūrusių šaltinių elektromagnetinės bangos. Tiesa, Maksvelas jas siejo su eterio deformacijomis, tačiau vėliau paaiškėjo, kad eterio egzistavimas nėra būtinas — sklinda patys elektriniai ir magnetiniai laukai, nuolat virstantys vieni kitais.

Maksvelas apskaičiavo šių bangų greitį, ir jis pasirodė esąs lygus šviesos greičiui. Be to, elektromagnetinės bangos, kaip ir šviesa, turėjo sklisti tuštumoje nesilpdamos. Tuo remdamasis, Maksvelas padarė išvadą, kad šviesa yra tam tikra elektromagnetinių bangų rūšis. Taip dvi fizikos sritys — optika ir elektromagnetizmas — buvo sujungtos tarpusavyje.

Visus tuos rezultatus Maksvelas apibendrino genialiame „Traktate apie elektrą ir magnetizmą", kurį rašė aštuonerius metus ir atspausdino 1873 m. Deja, to meto fizikai neįžvelgė jo atradimų reikšmės, todėl Maksvelo teorija buvo vadinama gražia matematine išmone. Maksvelas nesulaukė nei pripažinimo, nei garbės ženklų. Aišku, jis buvo laikomas talentingu fiziku. Apie tai liudija ir 1871 m. jam pateiktas siūlymas vadovauti katedrai Kembridžo universitete ir kartu prie jos steigiamai fizikos laboratorijai.

Tuo metu pagrindiniuose Europos universitetuose buvo suprasta, kad nei efektyvus fizikos mokymas, nei sėkmingas dėstytojų mokslinis darbas neįmanomas neturint geros fizikos laboratorijos. Tad septintajame dešimtmetyje tokios laboratorijos pradėtos steigti Heidelbergo, Vienos, Sorbonos, Oksfordo ir kituose universitetuose. Nenorėjo atsilikti ir Kembridžo universitetas. Gali tik kilti klausimas, kodėl jos vadovu buvo pasirinktas Maksvelas, kuris pasižymėjo kaip teoretikas? Iš tikrųjų jis buvo ir geras eksperimentatorius, sukūręs ne vieną prietaisą bei įrenginį, nors didesnių atradimų su jais ir nepadarė. Net jo namuose buvo pilna įvairių prietaisų. Maksvelas sugalvojo įvairių įspūdingų bandymų, fizikos žaislų, kuriais stebindavo savo pažįstamus.

Taigi Maksvelas su entuziazmu ėmėsi laboratorijos kūrimo. Jai buvo pastatytas specialus dviejų aukštų pastatas, atskiri kambariai skirti mechanikos, akustikos, šilumos, elektros, magnetizmo eksperimentams: specialios grindys, pertvaros ir kitos priemonės saugojo prietaisus nuo pašalinių virpesių, triukšmų ir pan. Be to, pastate buvo dirbtuvės, aparatų saugykla, kambarys su didele Voltos baterija, auditorija ir paruošiamasis kambarys prie jos, erdvus darbo kambarys bei profesoriaus kabinetas. Laboratorija buvo pavadinta Kavendišo vardu — žymaus XVII a. anglų fiziko ir chemiko garbei. Jis pasižymėjo tiksliais eksperimentais, taip pat nepaprastu reiklumu savo darbams, tad po Kavendišo mirties liko nemažai nespausdintų jo darbų. Maksvelas net penkerius metus atidžiai tyrinėjo šį archyvą, rado daug svarbių neskelbtų rezultatų, tarp jų — Kavendišo prieš Kuloną nustatytą elektros krūvių sąveikos dėsnį. 1879 m. buvo atspausdinti du Maksvelo parengti dideli Kavendišo raštų tomai.

Atlikdamas šį darbą, Maksvelas pajuto skrandžio skausmus. Kurį laiką į juos nekreipė dėmesio, tačiau sveikata vis blogėjo. Sutriko miegas, dingo apetitas, nepadėjo nei poilsis Glenleire. Gydytojai nustatė Maksvelui tą pačią ligą, nuo kurios mirė ir jo motina — auglį. Jis ir mirė sulaukęs tiek pat metų kaip ji — keturiasdešimt aštuonerių. Tai įvyko 1879 m. lapkričio 5 d. Po atsisveikinimo Triniti kolegijoje Maksvelas buvo palaidotas kapinėse prie Glenleiro, šalia savo tėvų.

Maksvelo atradimų reikšmė paaiškėjo tik XX amžiuje. Kvanto atradėjas M. Plankas susižavėjęs rašė: „Vien tik grynu mąstymu jam pavyko išvilioti iš gamtos tokias paslaptis, kurias tik kitai kartai ir tik iš dalies pasisekė patvirtinti išmoningais ir sunkiais bandymais. Tas faktas, kad apskritai toks darbas buvo įmanomas, gali atrodyti visai nesuprantamas, jeigu nelaikytume, jog tarp gamtos bei dvasios dėsnių egzistuoja tam tikri glaudūs ryšiai".



Liūdvigas BOLCMANAS (1844—1906)

L. BOLCMANAS — ŽYMUS STATISTINĖS FIZIKOS IR TERMODINAMIKOS KŪRĖJAS, KURIO GILIOS IDĖJOS TURĖJO DIDELĘ ĮTAKĄ TOLESNEI FIZIKOS RAIDAI.

L. Bolcmano protėviai migravo iš vienos vokiškai kalbančios šalies į kitą: prosenelis buvo gimęs Prūsijoje, senelis — Vokietijoje, o tėvas — Austrijoje. Liūdvigas Bolcmanas (L. Boltzmann) gimė 1844 m. vasario 20 d. Vienoje mokesčių inspekcijos valdininko ir pirklio dukters šeimoje. Berniukas iš jaunų dienų pasižymėjo universaliais gabumais tiksliesiems ir humanitariniams mokslams bei muzikai. Deja, būdamas 15 metų, jis neteko tėvo, o po kelerių metų — ir jaunesniojo brolio. Šeima gyveno iš nedidelės pensijos, bet motina stengėsi suteikti Liūdvigui aukštąjį išsilavinimą. 1863 m. jis baigė su pagyrimu Linco gimnaziją ir įstojo į Vienos universitetą studijuoti matematikos ir fizikos. Tuo metu šis universitetas kaip tik gyveno geriausius savo laikus — buvo steigiami mokslo institutai ir naujos katedros, mokymas glaudžiai siejosi su profesorių atliekamais mokslo darbais. Bolcmanui didžiausią įtaką darė puikus eksperimentatorius ir geras dėstytojas J. Stefanas, vėliau vadovavęs ir Fizikos institutui, nuo 1850 m. veikusiam prie Vienos universiteto. Stefanas buvo vienas iš nedaugelio fizikų, pripažinusių ir propagavusių Maksvelo elektromagnetinio lauko teoriją. Kai Bolcmanas, būdamas studentas, pradėjo pas Stefaną mokslinį darbą, vadovas pirmiausia įteikė jam Maksvelo straipsnius, o kadangi jaunuolis nežinojo nė žodžio angliškai, tai kartu davė ir anglų kalbos gramatiką. Taigi savo pirmąjį mokslinį darbą, atspausdintą

1865 m., Bolcmanas parengė iš elektrodinamikos. Pasirinkęs tiksliuosius mokslus, jis neatsisakė muzikos ir literatūros — nuolat lankėsi Vienos operoje ir įvairiuose koncertuose, kurių Europos muzikos sostinėje netrūko, susižavėjęs deklamavo Šilerį ir pats rašė eiles.

1867 m. Bolcmanas tapo profesoriaus asistentu Fizikos institute, o po metų gavo mokslų daktaro laipsnį. Jo disertacinis darbas buvo skirtas antrojo termodinamikos dėsnio pagrindimui, bandymui jį išvesti remiantis mechanikos dėsniais.

25-erių metų Bolcmanas gavo profesoriaus vietą Graco universitete. Čia jis per keletą metų atliko svarbių darbų iš kinetinės dujų teorijos ir termodinamikos. Bolcmanas nuoseklesniu būdu išvedė Maksvelo greičių skirstinį, apibendrino jį molekulėms, judančioms Žemės traukos lauke (Maksvelo ir Bolcmano skirstinys). Beje, skirtingai nei Maksvelas, kuris savo rezultatus pateikdavo labai lakoniškai, Bolcmanas mėgo rašyti ilgus straipsnius, todėl skundėsi sunkiai supratęs savo pirmtako darbą dėl jo trumpumo. Tuo tarpu Maksvelas, susipažinęs su Bolcmano straipsniu, sakėsi sunkiai įveikęs jį dėl ilgumo. Bolcmanui taip pat pavyko gauti antrąjį termodinamikos dėsnį iš mažiausiojo veikimo principo, tačiau naudojantis dujų molekulių judėjimą apibūdinančių dydžių vidutinėmis vertėmis, kas iš tikrųjų reiškė perėjimą prie statistinio daugelio dalelių sistemos nagrinėjimo. Bolcmanas pamažu įsitikino, kad statistika nėra vien patogus tokios sistemos aprašymo metodas, o patys jos dėsniai turi statistinę prigimtį. Tą išvadą jis galutinai padarė po dešimtmečio.

Tuo pačiu laikotarpiu Bolcmanas vykdė ir eksperimentinius tyrimus. Jis stengėsi bandymais patvirtinti Maksvelo išvadą apie elektromagnetizmo ir optikos bendrumą. Kai jam neužteko kuklių Graco laboratorijos prietaisų, jis kelis kartus vyko į daug geriau įrengtas Heidelbergo ir Berlyno universitetų laboratorijas ir gavo pirmąjį eksperimentinį Maksvelo teorijos teisingumo patvirtinimą.

Grace Bolcmanas susipažino su būsimąja savo žmona, dešimt metų už jį jaunesne Henrieta fon Aigentler. Jį patraukė ne tik jos grožis, mėlynos akys ir puikūs plaukai, bet ir tikras domėjimasis tiksliaisiais mokslais. Aigentler buvo pirmoji moteris, bandžiusi stoti į Graco universitetą ir netgi norėjusi ten studijuoti fiziką bei matematiką. Kadangi universiteto taisyklės nedraudė priimti moteris, o Aigentler žinios pranoko vidutines, tai „keistą“ jos norą teko patenkinti, tačiau prieš antrąjį semestrą toks draudimas buvo įvestas. Aigentler kreipėsi į švietimo ministrą, ir šis pripažino apribojimą neteisėtu. Vis dėlto universitetas rado būdų priversti pirmąją studentę pačią atsisakyti studijų.

1873—1876 m. Bolcmanas dirbo Vienos universitete matematikos profesoriumi, tačiau po to vėl grįžo į Gracą — čia jį traukė sava fizikos laboratorija, jam artimesni fizikos kursai ir, aišku, Aigentler, kurią netrukus vedė. Vėliau Grace praleisti keliolika metų buvo laimingiausi Bolcmano gyvenime. Vienas po kito gimė penki vaikai, kuriuos Bolcmanas labai mylėjo. Šeima gyveno nedideliame name, kur juos dažnai lankydavo draugai ir aukštesniųjų kursų studentai. Bolcmanas mėgo vakarinius pokalbius (užsitęsiančius ligi vėlyvos nakties) apie mokslą, filosofiją, literatūrą, muziką. Jis pats turėjo subtilų humoro jausmą, buvo sąmojingas ir įdomus pašnekovas, muzikuodavo, deklamuodavo eiles.

Bolcmanas buvo aistringas keliautojas ir gamtos mėgėjas. Šventadieniais Graco gyventojai dažnai matydavo jį su šeima vaikščiojantį po Graco apylinkes, renkantį augalus, gaudantį drugelius — Bolcmanas sudarinėjo herbariumą ir drugelių kolekciją. Žiemą jie mėgo slidinėti, čiuožti, o vasarą per atostogas išsirengdavo į tolimesnes keliones po Europą ir Aziją.

Bolcmano draugas kompozitorius V. Kinclis taip aprašė jauną profesorių: „Jis buvo aukšto ūgio, stiprus, turėjo masyvią galvą, kaštoninius, tankiai garbanotus plaukus ir platų, rausvą, barzdos įrémintą veidą, vaikščiojo visada truputį pakumpęs; būdamas trumparegis, nuolat nešiodavo akinius. Nors jis buvo plačiai apsišvietęs žmogus, tačiau jame išliko krintantis į akis vaikiškas naivumas, kas būdinga susikaupusiems, skrajojantiems aukštose dvasinėse sferose žmonėms".

Bolcmanas buvo talentingas dėstytojas. Paskaitos jam teikdavo malonumą, jis kalbėdavo su įkvėpimu, improvizuodamas, ir klausytojams susidarydavo įspūdis, kad jie dalyvauja mokslo žinių atradimo procese. Tad Bolcmanas išugdė nemažai žymių fizikų, tarp jų V. Nernstą, L. Meitner, P. Ėrenfestą ir kt. Nemažai laiko atimdavo ir administracinis darbas, nes Bolcmanas ėjo Fizikos instituto direktoriaus, o vėliau — dekano ir net universiteto rektoriaus pareigas. Laisvalaikiu jis sukonstravo savo žmonai elektrinę siuvamąją mašiną — jos tuo metu dar nebuvo gaminamos.

Vis dėlto pagrindinį dėmesį Bolcmanas skyrė moksliniam darbui. Jis atkakliai gilinosi į antrąjį termodinamikos dėsnį ir Klauzijaus įvestos entropijos prasmę. Bolcmanas pirmasis suprato, kad tas principas yra ne griežtas, o tikimybinis dėsnis. Kadangi netvarkingų sistemos būsenų yra daugiau negu tvarkingų, tai, palikta savieigai, sistema paprastai evoliucionuoja į mažiau tvarkingą būseną — įvairių jos dalių temperatūros išsilygina, skirtingos dujos ar skysčiai susimaišo, tvarka suyra. Tuo tarpu priešingas procesas yra iš principo įmanomas (pavyzdžiui, dauguma dujų

molekulių, vykstant atsitiktiniams jų smūgiams, gali susirinkti vienoje indo dalyje), bet labai mažai tikėtinas. Todėl daugelio dalelių sistemose antrasis termodinamikos dėsnis paprastai galioja.

Sistemos perėjimas prie labiau tikėtinų, netvarkingų būsenų atitinka entropijos didėjimą. Tuo remdamasis, Bolcmanas įžvelgė tiesioginį entropijos S bei sistemos būsenos tikimybės W sąryšį ir 1877 m. užrašė garsiąją formulę $S = k \ln W$; čia k — konstanta.

Bolcmano termodinamikos ir kinetinės dujų teorijos darbai, kuriuos jis laikė svarbiausiais savo laimėjimais, ilgą laiką nesusilaukė didesnio fizikų dėmesio: daugelis jų dar įtariai žiūrėjo į nestebimų atomų nagrinėjimą ir, antra vertus, nenorėjo įsileisti į fiziką, kaip tikslųjį mokslą, apytikslių statistinių dėsnių. Tai skaudino jautrų, meniškos prigimties Bolcmaną, kurio kūrybinei „nepusiausvirajai" būsenai palaikyti reikėjo teigiamų emocijų ir palankaus mokslinio klimato. Jį sutrikdė ir motinos mirtis, tad nuo 1886 metų Bolcmanas ėmė nerimti Grace. Jis sutiko persikelti į Berlyną, tačiau, imperatoriui patvirtinus jo paskyrimą, atsisakė tos vietos. 1890 m. išvyko dirbti į Miuncheną, 1894 m. užėmė savo mokytojo J. Stefano vietą Vienos universitete, 1900 m. persikėlė į Leipcigą, o po dvejų metų vėl grįžo į Vieną. Maždaug nuo 1890 m. Bolcmano darbai buvo pradėti plačiai minėti, bet dažniausiai polemizuojant su jo idėjomis. Tuo metu fizikoje paplito austrų fiziko ir filosofo E. Macho požiūris, kad nematuojamiems dydžiams — ne vieta fizikoje. Be to, atradus bendrą energijos tvermės dėsnį ir supratus didžiulę energijos sąvokos reikšmę, susidarė „energetikų" mokykla, vadovaujama V. Ostvaldo ir G. Helmo, kurie absoliutino energiją kaip pagrindinę realybę ir neigė atomų bei molekulių egzistavimą. Į Bolcmaną, kaip vieną iš žymių ir aktyvių atomizmo šalininkų, nukrypo pagrindinė Macho, Ostvaldo ir jų šalininkų kritika. Bolcmanas nevengė diskusijų ir atkakliai gynė savo idėjas. Antai 1895 m. jis pats iškvietė Ostvaldą į viešą diskusiją, kuri Liubeke vykusiame mokslininkų susirinkime truko kelias dienas. Bolcmano sekundantas buvo F. Kleinas. Anot dalyvių, Bolcmanas puolė kaip bulius, bet Ostvaldas išsisukinėjo kaip miklus matadoras. Daugelis klausytojų, ypač jaunimas, pritarė Bolcmanui. Aišku, pagrindinių savo priešininkų įtikinti jam nepavyko.

Vietoj nevaisingų diskusijų Bolcmanas ėmėsi apibendrinti ir sisteminti savo darbus. 1896—1898 m. jis išleido dvitomį veikalą „Dujų teorijos paskaitos", kuriame aiškiai ir nuosekliai išdėstė pagrindines savo idėjas.

Nors Bolcmano šalininkų daugėjo, jis jautė vienišumą ir nerimą. Bolcmano depresijos neįveikė ir 1904 m. iškilmingai paminėtas jo šešiasdešimtmetis. Austrų fizikai kreipėsi laišku į savo kolegas kitose šalyse, kviesdami siųsti mokslinius straipsnius Bolcmano jubiliejiniam leidiniui. Atsiliepė net 125 mokslininkai, tad, net atrinkus ir sutrumpinus straipsnius, susidarė apie tūkstančio puslapių tomas, pateikiantis plačią to meto fizikos panoramą.

Dėl nuolatinio įtempto darbo ir stresų pablogėjo Bolcmano sveikata. Jo regėjimas susilpnėjo tiek, kad teko pasamdyti moterį, kuri skaitytų jam mokslinius straipsnius, o žmonai jis diktuodavo savo paties darbus. Mokslininką kankino ir sunki astma.

1906 m. vasaros pabaigoje Bolcmanas su šeima išvyko į Duiną — nedidelį jaukų kurortą prie Adrijos jūros. Čia jis, apimtas depresijos, rugsėjo 5 d. nusižudė.

Bolcmano idėjos turėjo didelę įtaką XIX a. pabaigoje ir XX a. pirmojoje pusėje formuojantis naujoms mokslo sritims: statistinei fizikai, nepusiausvyrinių procesų termodinamikai, sinergetikai ir kt.



Hendrikas Antonas LORENCAS (1853—1928)

H. A. LORENCAS — VIENAS IŠ TŲ ŽYMIŲ FIZIKŲ, KURIE BAIGĖ KURTI KLASIKINĘ FIZIKĄ: JIS PAPILDĖ MAKSVELO ELEKTROMAGNETINIO LAUKO TEORIJĄ, APRAŠYDAMAS JO SĄVEIKĄ SU ELEMENTARIAISIAIS KRŪVIAIS BEI MEDŽIAGA. KARTU LORENCAS IŠKĖLĖ NAUJAS IDĖJAS, KURIOS NESIDERINO SU KLASIKINE FIZIKA (RELIATYVUMO TEORIJOS PRADAI) IR TAIP PRISIDĖJO PRIE KLASIKINĖS FIZIKOS KRIZĖS BEI ŠIUOLAIKINĖS FIZIKOS ATSIRADIMO.

H. A. Lorenco (H. A. Lorentz) gimtinė — šeštas pagal dydį Olandijos miestas Arnhemas, įsikūręs gražioje kalvotoje vietovėje prie Reino. Hendriko Antono tėvas gyveno Arnhemo pakraštyje, turėjo vaismedžių medelyną. Nors jis buvo baigęs tik pradžios mokyklą, laisvalaikiu mėgo skaityti ir lankėsi vietinės gamtos mokslų mėgėjų draugijos susirinkimuose (vėliau jis pagarsėjo mieste, iškęsdamas be nuskausminimo kojos amputaciją). Jis vedė našlę, kuri jam pagimdė du sūnus. Vyresnysis sūnus Hendrikas Antonas gimė 1853 m. liepos 18 d. Jaunesnysis jo brolis mažai tegyveno, o netrukus mirė ir motina. Dar po keleto metų namuose pasirodė pamotė, bet ji mylėjo vaiką kaip savąjį. Berniukas buvo gležnas, tylus ir paklusnus. Jis turėjo vieną vienintelę vaikišką knygą, tad labai ją brangino. Šešerių metų Hendrikas Antonas ėmė lankyti privačią mokyklą, kurioje dirbo geras mokytojas, ugdęs mokinių savarankiškumą, su gabesniaisiais dirbęs individualiai. Kaip pirmasis mokinys, Lorencas turėjo

rytais garsiai skaityti maldą, bet labai varžėsi. Norėdamas netekti tos privilegijos, jis bandė gauti prastesnius pažymius, tačiau sąžinė jam neleido tyčia klysti ar blogai mokytis.

Mokyklą Lorencas baigė 1866 m., turėdamas trylika metų. Kaip tik tuo metu Arnheme buvo atidaryta gimnazija, vadinta Aukštąja pilietine mokykla, ir jis buvo priimtas į trečiąją klasę. Iš viso joje mokėsi tik trys berniukai, vienas iš jų — Hermanas Haga — tapo artimu Lorenco draugu visam gyvenimui ir žinomu fiziku.

Gimnazijoje Lorencui vėl pasisekė — čia fiziką dėstė kelių vadovėlių autorius van der Stadtas, neseniai Leideno universitete gavęs daktaro laipsnį. Klausydamas puikių mokytojo paskaitų, Lorencas anksti apsisprendė rinktis fiziką. Tiesa, jam lengvai sekėsi ir kiti dalykai. Lorencas turėjo nuostabią atmintį, kaip ir jo senelis, kuris, grįžęs iš bažnyčios, namiškiams pažodžiui atkartodavo visą pastoriaus pamokslą. Tad mokykloje Lorencas gerai išmoko anglų, vokiečių ir prancūzų kalbas (vėliau universitete — dar keletą kalbų). Jį domino ir istorija, laisvalaikiu jis perskaitė daug istorijos knygų.

1870 m. Lorencas įstojo į Leideno universitetą — seniausią ir garsiausią Olandijos aukštąją mokyklą. Tiesa, studentų čia buvo nedaug, visuose fakultetuose — tik apie penkis šimtus. Hendrikas Antonas buvo linksmo būdo ir mėgstamas draugų, bet dažniau stengdavosi likti vienas, galvoti apie mokslo problemas.

Lorencas rado bibliotekoje neskaitomus, netgi nesupjaustytus Maksvelo veikalus apie elektromagnetinio lauko teoriją ir jais labai susidomėjo. Pažintis su Faradėjaus ir Helmholco darbais padėjo Lorencui savarankiškai įsigilinti į Maksvelo teoriją, kuri daugeliui fizikų atrodė nesuprantama ir neįveikiama.

1871 m. Lorencas puikiai išlaikė magistro egzaminus (tiesa, išsiblaškęs matematikos profesorius pagalvojo, kad jis jau laiko daktaro egzaminą ir nenorėjo rašyti aukščiausio pažymio). Lorencas išėjo iš Leideno universiteto, nutaręs daktaro egzaminams rengtis savarankiškai. Disertacijos tema jis pasirinko Maksvelo teorijos plėtojimą; tuo tikslu biblioteka jam mielai atidavė turimus Maksvelo veikalus.

Lorencas grįžo į Arnhemą ir tapo vakarinės mokyklos mokytoju. Iš pradžių, neturėdamas pedagoginio patyrimo, jis varžėsi mokinių, kurių daugelis buvo beveik jo bendraamžiai, tačiau netrukus įveikė sunkumus. Mokiniai jį pamėgo, ir darbas ėmė teikti malonumą. Lorencui likdavo daug laisvo laiko studijoms bei moksliniam darbui. Namuose jis įsirengė nedidelę laboratoriją ir bandė aptikti Maksvelo numatytas elektromagnetines bangas. Iškraudamas Leideno stiklinę, jis iš tikrųjų jas sukeldavo

ir keletą kartų buvo apsidžiaugęs atradimu, bet netrukus pats paneigdavo savo įrodymus. Deja, tikslių prietaisų stoka sutrukdė Lorencui penkiolika metų anksčiau už Hercą aptikti šias bangas.

Greta Dž. K. Maksvelo kitu Lorenco autoritetu tapo O. Frenelis. Tuo metu buvo leidžiami pilni Frenelio raštai, ir Lorencas, sutaupęs keletą guldenų, su džiaugsmu parsinešdavo į namus dar vieną raštų tomą. 1873 m. išėjo pagrindinis Maksvelo veikalas „Traktatas apie elektrą ir magnetizmą". Vėliau Lorencas rašė, kad ta knyga padarė jam „ko gero patį stipriausią įspūdį gyvenime; šviesos, kaip elektromagnetinio reiškinio, paaiškinimas savo drąsa pranoko viską, ką aš ligi tol žinojau".

1875 m. Leideno universitete Lorencas apgynė daktaro disertaciją, kurioje išvedė šviesos atspindžio bei lūžimo dėsnius, laikydamas šviesą elektromagnetinėmis bangomis ir taikydamas Maksvelo teoriją. Disertacija gavo aukščiausią įvertinimą — magna cum laude.

Netrukus Utrechto universitetas pasiūlė Lorencui matematikos profesoriaus vietą, bet jis labiau norėjo dėstyti fiziką ir ypač Leideno universitete. Tad Lorencas perėjo dirbti į Leideno gimnaziją, o 1878 m., miesto universitete įsteigus teorinės fizikos katedrą, pelnė šią vietą.

1881 m. Lorencas vedė astronomijos profesoriaus giminaitę Aletą Kaizer. Ji išsiskyrė ne tik subtiliu grožiu, bet ir protu, turėjo auksines rankas. Tiesa, jaunasis profesorius irgi buvo laikomas gražiu vyru — vidutinio ūgio, juodaplaukis, lieknas, o barzda ir akiniai teikė jam solidumo. Pora gerai sutarė tarpusavyje; neretai vakarais abu eidavo į universitetą, kur žmona padėdavo savo vyrui rengtis kitos dienos paskaitoms ar atlikti eksperimentus.

Vedybos nė kiek nesutrikdė Lorenco mokslinio darbo; jis ir toliau sėkmingai sprendė pagrindinę savo problemą — plėtojo ir taikė elektromagnetinio lauko teoriją. Maksvelas aprašė elektromagnetinį lauką bei idealizuotus jo šaltinius — elektros krūvius ir sroves. Tuo metu elektronas dar nebuvo žinomas, bet ne vienas mokslininkas spėjo apie „elektros atomų" egzistavimą. Lorencas darė prielaidą, kad egzistuoja teigiamos ir neigiamos elementariosios elektros dalelės, ir ėmė nagrinėti jų sąveiką su elektromagnetiniu lauku, medžiagos elektrines savybes. Antai 1880 m. jis nuosekliai įrodė medžiagos tankio ir jos laužiamosios gebos sąryšį, kurį prieš devyniolika metų buvo empiriškai nustatęs bendrapavardis danų fizikas Liūdvigas Lorencas, tad dėl to reto sutapimo fizikoje atsirado Lorenco ir Lorenco formulė. Tačiau kiti atradimai, kurie vadinami Lorenco vardu, — tai H. A. Lorenco nuopelnas. Iš jų ne tik mokslininkams, bet ir mokiniams žinoma Lorenco jėga, kuria elektromagnetinis laukas veikia judantį elektros krūvį.

Lorencas visada kruopščiai planuodavo savo darbus ir nemažą laiko dalį skirdavo paskaitoms bei pasirengimui joms. Bolcmano paskaitos buvo virtuoziškos improvizacijos, o Lorencas garsėjo dėstymo aiškumu ir tikslumu, sugebėjimu paprastai aiškinti sudėtingus dalykus, naujausių atradimų dėstymu savo kursuose: jo paskaitos būdavo apgalvotos ligi smulkmenų ir nuolat tobulinamos. Tomis pačiomis savybėmis pasižymėjo ir Lorenco vadovėliai, kurie buvo verčiami į įvairias kalbas. Nuo 1882 m. Lorencas pradėjo skaityti ir mokslo populiarinimo paskaitas visuomenei. Geras populiarias paskaitas ir knygas jis laikė ypatingos rūšies menu.

Lorencas mielai padėdavo visiems, kas kreipdavosi į jį įvairiais teoriniais klausimais. Vieną savo mokinį, rašantį disertaciją, jam teko gana dažnai konsultuoti. Galų gale tas mokinys pametė parengtą disertaciją. Lorencas nuramino nevykėlį ir iš atminties užrašė visą tekstą.

1885 m. Lorencams gimė duktė Gertrūda Liuberta, tad, susitaupę pinigų, jie nusipirko senovišką namą. Užpakalinėje, nukreiptoje į sodą, jo pusėje Lorencas įsirengė didelį kabinetą. Vieną jo sieną užėmė lentynos su knygomis, kitoje pusėje stovėjo platus stalas, o virš jo kabojo įžymių fizikų portretai — Maksvelo ir Frenelio, vėliau juos papildė Hercas ir Einšteinas. Pro langą matėsi sode auginamos įvairių veislių gėlės. Lorencas neretai atsikeldavo iš krėslo ir, galvodamas bei rūkydamas pypkę, ritmingai vaikščiodavo po kambarį. Tačiau jis nepykdavo, jei ramybę sudrumsdavo duktė, jai netgi leisdavo žaisti kabinete. Vakarais, baigusi ruošos darbus, į kabinetą ateidavo žmona. Tai būdavo gražiausios jų bendravimo valandos.

Po kelerių metų gimė antra duktė, vėliau — du sūnūs, deja, pirmasis iš jų greit mirė, o antrasis buvo silpnas ir ligotas, su juo Lorencai turėjo daug rūpesčių.

Lorencas labai mėgo savo namus ir sakydavo, jog turi idealias darbo sąlygas. Devynioliktojo amžiaus paskutinis dešimtmetis ir dvidešimtojo amžiaus pradžia — vaisingiausi Lorenco kūrybos metai. Norėdamas paaiškinti Maikelsono eksperimentą, kurio metu buvo išmatuotas toks pat šviesos greitis Žemės judėjimo ir priešinga kryptimis, Lorencas 1892 m. iškėlė drąsią hipotezę, jog kūnai sutrumpėja judėjimo kryptimi, o dar po poros metų pradėjo vartoti „vietinį" kiekvienos atskaitos sistemos laiką. Tai buvo pirmieji esminiai žingsniai specialiosios reliatyvumo teorijos sukūrimo link, padaryti remiantis moksline logika ir intuicija. Tačiau jie prieštaravo klasikinės fizikos principams, todėl Lorencas palaikė tai formaliu problemos sprendimu, ir, deja, nepadarė bendrų fizikinių išvadų.

Vėliau jis dar gavo svarbias tos teorijos lygtis, vadinamąsias Lorenco transformacijas, bet vis dėlto garbę nuosekliai suformuluoti specialiąją reliatyvumo teoriją paliko A. Einšteinui.

Greta Lorenco, vis labiau garsėjusio teoretiko, Leideno universitete dirbo puikus eksperimentatorius H. Kamerling Onas, 1894 m. įkūręs žemųjų temperatūrų laboratoriją. (Čia jam buvo lemta suskystinti helį ir, pasiekus temperatūrą, artimą absoliutiniam nuliui, atrasti nuostabią kai kurių medžiagų savybę — superlaidumą.) Šioje laboratorijoje 1896 m. jo mokinys P. Zemanas aptiko Lorenco dar 1881 m. numatytą reiškinį — spektro linijų suskilimą magnetiniame lauke. Paskui Lorencas išplėtojo šio reiškinio teoriją. 1902 m. jie abu už šį atradimą buvo apdovanoti neseniai įsteigta Nobelio fizikos premija.

1895 m. Leidene buvo išleistas Lorenco veikalas, kuriame jis apibendrino elektromagnetinių reiškinių teoriją. Čia buvo pateiktos lygtys, aprašančios elektros krūvių ir elektromagnetinių laukų sistemą (Maksvelo ir Lorenco lygtys).

Ligi 1897 m. Lorencas dirbo vienumoje, nepalaikydamas tiesioginių ryšių su užsienio mokslininkais. Tais metais jį įkalbėjo atvykti į tarptautinį vokiečių gamtos tyrinėtojų ir gydytojų kongresą, vykusį Diuseldorfe. Iš jo Lorencas grįžo geros nuotaikos, jis įveikė dar vieną psichologinį barjerą — bendravimo su užsienio mokslininkais — ir pajuto gyvų diskusijų malonumą. Nuo to laiko Lorencas kasmet dalyvaudavo įvairiuose kongresuose ir suvažiavimuose, kurių vis daugėjo. Jis užmezgė mokslinius ir draugiškus ryšius su daugeliu žymių fizikų: L. Bolcmanu, A. Puankarė, V. Rentgenu, M. Planku ir kitais. Po to, kai fizikai įsitikino elektromagnetinių bangų realumu, o Dž. Dž. Tomsonas 1897 m. atrado elektroną, Lorenco ilgus metus kurta teorija, pavadinta elektronine teorija, tapo labai populiari. Jis buvo kviečiamas skaityti paskaitų į Berlyną, Paryžių, Niujorką. Pastarojoje kelionėje Lorencą lydėjo jo dukra Gertrūda Liuberta, tapusi matematike (vėliau ji ištekėjo už žinomo olandų fiziko V. de Hazo). Niujorke Lorencui ir jo dukrai paskaitų organizatoriai surengė ekskursiją automobiliu, kas tuo metu dar buvo didelė retenybė.

„Didįjį Leideno fiziką“ ėmė vilioti kiti universitetai, tad Leideno universitetas, nenorėdamas jo prarasti, sudarė Lorencui daug geresnes sąlygas — paskyrė asistentą, atskirą kabinetą ir dvi nedideles laboratorijas, kur jis galėjo vykdyti bandymus savo malonumui.

Vis dėlto 1911 m. Lorencas sutiko užimti specialiai jam įsteigtas Olandijos mokslinės draugijos ir Teiloro draugijos kuratoriaus pareigas ir persikėlė gyventi į kurortinį pajūrio miestą Harlemą, kur buvo šių draugijų

būstinės. Didžiąją laiko dalį Lorencas galėjo skirti mokslui, jis plėtojo metalų laidumo teoriją, tačiau jo darbo produktyvumas jau mažėjo. Užtat vis reikšmingesnė darėsi jo mokslo organizacinė veikla. Lorencas buvo renkamas įvairių kongresų, komitetų, mokslo organizacijų pirmininku ir tas pareigas atlikdavo labai efektyviai bei sąžiningai.

Fizikas V. Nernstas įkalbėjo belgų pramonininką ir mecenatą E. Solvę organizuoti žymiausiųjų fizikų susitikimus. Tuo laikotarpiu, kai elektrono, kvanto, radioaktyvumo bei kiti atradimai sukėlė klasikinės fizikos krizę ir sparčiai formavosi naujoji fizika, kilo daug problemų, kurioms išanalizuoti reikėjo kolektyvinių žymiausių mokslininkų pastangų. E. Solvė pasiūlė tiems kongresams vadovauti Lorencui, ir tai buvo tikrai vykęs pasirinkimas. Jis atidžiai sekė naujus fizikos atradimus, buvo labai objektyvus ir korektiškas, sugebėjo tiksliai formuluoti problemas ir reziumuoti diskusijas, laisvai kalbėjo daugeliu kalbų. 1911 m. Briuselyje įvyko I Solvės kongresas tema „Spinduliavimas ir kvantai". Savaitę 23 įžymūs fizikai, iš jų M. Kiuri, E. Rezerfordas, M. Plankas, A. Einšteinas, A. Puankarė ir kiti, diskutavo apie energijos kvantą ir šviesos dalelę fotoną, jų suderinamumą su klasikine fizika ir naujosios fizikos būtinumą. Ginčai vyko ne tik per posėdžius, bet ir laisvalaikiu, net per pietus. Nors naujų atradimų nebuvo padaryta, bet dalyviai daug ką išsiaiškino ir liko labai patenkinti. Po to Solvės kongresai vyko kas treji metai, išskyrus karo laikotarpį, ir buvo skirti pačioms aktualiausioms fizikos problemoms. Lorencas buvo nepakeičiamas jų pirmininkas, tiesiog virtuoziškai vadovaudavo diskusijoms ir, nors buvo klasikinės fizikos šalininkas, daug prisidėjo prie šiuolaikinės fizikos atsiradimo. Be to, jis pirmininkavo tarptautiniam mokslo fondui, rėmusiam perspektyviausius tyrimus. 1918—1924 m. Lorencas vadovavo Olandijos Zeiderzės įlankos (Pietų jūros) sausinimo darbams, pats atliko sudėtingų melioracijos įrenginių skaičiavimus.

1928 m. sausio 16 d., skaitydamas savo tradicinę pirmadienio paskaitą visuomenei Leideno universitete, Lorencas pasijuto prastai, ir gydytojai jau negalėjo jam padėti. Jis mirė vasario 4 d. Visoje Olandijoje buvo paskelbtas nacionalinis gedulas ir mokslininkas palaidotas su karališka pagarba.



Heinrichas HERCAS (1857—1894)

H. HERCAS ĮĖJO Į FIZIKOS IR CIVILIZACIJOS ISTORIJĄ KAIP ELEKTROMAGNETINIŲ BANGŲ ATRADĖJAS. JIS TAIP PAT APTIKO FOTOEFEKTO REIŠKINĮ, IR GALIMA TIK SPĖLIOTI, KIEK DAR ATRADIMŲ BŪTŲ PADARĘS, JEI NE PIKTAS LIKIMAS, NUTRAUKĘS JO GYVENIMĄ PAČIAME KŪRYBINIAME PAKILIME.

Heinrichas Hercas (H. Hertz) gimė 1857 m. vasario 22 d. Hamburge (Vokietija) žinomo advokato šeimoje. Motina turėjo literatūrinių gabumų, vėliau parašė įdomius atsiminimus apie sūnų. Heinrichas buvo vyriausias sūnus, jis dar turėjo tris brolius ir seserį. Šeima išsiskyrė retu sutarimu, tad vaikai augo paklusnūs ir pareigingi. Heinrichas iš mažų dienų dažnai sirgo, tačiau buvo atkaklus, darbštus, savarankiškas. Jis lankė privačią, vėliau realinę mokyklą ir gimnaziją, visur buvo pirmasis mokinys. Jam sekėsi tiek tikslieji, tiek humanitariniai dalykai, išskyrus muziką. Heinrichas gerai piešė ir mėgo įvairius rankų darbus. Savo iniciatyva jis laisvalaikiu mokėsi pas stalių ir tekintoją. Kai pastarajam motina vėliau pasigyrė, kad sūnus tapo profesoriumi, meistras nusivylęs sušuko: „Kaip gaila; koks puikus tekintojas iš jo būtų išėjęs!“ Hercas taip pat domėjosi botanika, mokėsi įvairių kalbų, mėgo literatūrą, ypač Dantės ir Homero poemas. Savo pagamintais prietaisais jis atliko ir fizikos bandymus, svajojo apie mokslininko karjerą. Tačiau tai jam atrodė pasiekiama tik ypatingų gabumų žmonėms, tad, baigęs gimnaziją, pasirinko inžinieriaus profesiją. Hercas metus dirbo konstruktorių biure, paskui įstojo į Drezdeno aukštąją technikos mokyklą. Paskaitos čia jam pasirodė nuobodokos, todėl persikėlė į panašią mokyklą Miunchene. Kartu jis ėmė

lankyti fizikos paskaitas Miuncheno universitete ir 1877 m., įtikinęs tėvą, kad jam lemta būti fiziku, visai perėjo į universitetą. Hercas savarankiškai studijavo Lagranžo, Laplaso ir kitų klasikų veikalus, nagrinėjo straipsnius to meto mokslo žurnaluose. Aukštąjį mokslą Hercas užbaigė Berlyno universitete, kur tuo metu dėstė žymūs fizikai H. Helmholcas ir G. Kirchhofas. Helmholcas pastebėjo „visai išskirtinį talentą" ir pasiūlė Hercui imtis elektrodinamikos bandymų. Jo darbas apie elektros krūvių judėjimą laidininkuose pelnė universiteto aukso medalį. Tuo metu greta Maksvelo elektromagnetinių reiškinių teorijos egzistavo ir kitos alternatyvios teorijos, kurios teigė, kad elektromagnetinės sąveikos plinta begaliniu greičiu. Helmholcas siūlė Hercui atlikti bandymus, kurie įgalintų nustatyti, kuri iš tų teorijų yra teisinga, tačiau Hercas, įvertinęs galimybes, atsisakė šio darbo kaip sunkiai įmanomo to meto eksperimentinėmis priemonėmis. Jis pasirinko kitą temą apie elektromagnetinę indukciją besisukančiuose kūnuose, ir už šį studijų metais atliktą darbą jam buvo suteiktas daktaro laipsnis.

Hercas tapo Helmholco asistentu. Puikiai įrengtoje laboratorijoje jis praleisdavo visą dieną. „Nei manęs, nei mano laiko neužteks visiems tiems bandymams, kuriuos aš norėčiau atlikti, — rašė jis laiške artimiesiems. — Per dieną galima sugalvoti daugiau bandymų ir darbų, negu įmanoma atlikti per metus." Hercas savo malonumui išbandė įvairias fizikos sritis — per 2,5 metų jis atspausdino 13 straipsnių iš mechanikos, tamprumo teorijos, termodinamikos, optikos ir elektros. Hercas perėmė iš Helmholco jo mokslinio darbo metodus ir visada jį gerbė kaip savo mokytoją, bet, antra vertus, Hercą varžė „imperijos mokslo kancleriu" vadinto mokslininko akademiškumas ir oficialumas. Tapti profesoriumi Berlyno universitete buvo labai miglotos perspektyvos, todėl Hercas 1883 m. išvyko į nedidelį Kylio universitetą, kur tapo privatdocentu. Čia jis savo lėšomis ir rankomis kūrė prietaisus, vykdė bandymus, bet, savikritiškai vertindamas gautus rezultatus, daugumos jų nepublikavo. Tad Hercas ėmėsi teorijos — paskelbė darbą apie Maksvelo elektromagnetinio lauko lygtis, kurioms suteikė simetriškesnį, šiuolaikinį, pavidalą.

1885 m. Hercą nudžiugino pasiūlymas užimti Karlsrūhės aukštosios technikos mokyklos profesoriaus vietą. Čia buvo gerai įrengta fizikos laboratorija, reikėjo tik patikslinti ir patobulinti kai kuriuos prietaisus, o tai buvo mėgstamas Herco užsiėmimas.

1886 m. vasarą Herco dienoraštyje greta pastabų apie darbus ir dėstymą įsiterpęs trumpas įrašas apie jo vedybas. Jis vedė kolegos dukterį Elizabet Dol. Hercai turėjo dvi dukras, viena iš jų vėliau parašė pirmąją savo tėvo biografiją, kita tapo skulptore ir nulipdė tėvo biustą.

1886 m. rudenį Hercas sukūrė elektros vibratorių, kurį sudarė du metaliniai strypeliai. Ant vieno jų galo buvo užmauti dideli tuščiaviduriai rutuliai (elektros kondensatoriai), ant kito — maži rutuliukai. Atitraukus

tuos rutuliukus nedideliu atstumu vieną nuo kito ir prijungus prie strypelių aukštos įtampos šaltinį, vibratoriuje kildavo elektriniai virpesiai, apie kuriuos liudijo tarp rutuliukų šokinėjančios kibirkštėlės. Prijungus prie vibratoriaus laidu kitą vibratorių, kibirkštėlės imdavo šokinėti ir jame. Atsitiktinai Hercas pastebėjo, kad vienas vibratorius gali sužadinti virpesius kitame netoliese esančiame įrenginyje ir nesant tarp jų jokio jungiamojo laido. Gruodžio 2 d. Hercas dienoraštyje užrašė: „Pavyko sukelti dviejų elektrinių virpesių rezonanso reiškinį". Tai elektromagnetinių bangų atradimo data. Gruodžio 5 d. Hercas apie tai pranešė savo mokytojui Helmholcui ir pradėjo nuoseklius tyrimus.

Antrąjį vibratorių (imtuvą) Hercas perdirbo pagamindamas paprastą anteną, kokia ir dabar naudojama ultratrumpųjų radijo bangų diapazone. Eksperimentus jis atliko tamsoje, taigi kibirkštėles įžiūrėdavo atitraukęs imtuvą nuo siųstuvo ligi 1,5 metro. Kitų metų pradžioje tuos rezultatus Hercas aprašė straipsnyje „Apie labai greitus elektrinius virpesius".

Tirdamas elektros kibirkščių susidarymą, Hercas pastebėjo kitą naują reiškinį. Apšvietus stipria šviesa tarpą tarp elektrodų, prie kurių buvo prijungta aukšta įtampa, kibirkštys šokdavo lengviau. Jis atidėjo elektromagnetinių bangų tyrimus, kurių atradimo prioritetą jau buvo užsitikrinęs, ir ėmėsi antrojo reiškinio, dabar vadinamo fotoefektu. Hercas įrodė, kad reiškinys stebimas naudojant įvairių metalų elektrodus bei apšviečiant juos įvairių šaltinių šviesa: saulės, dujų degiklio, elektros lanko ir pan. Kvarco prizme išskirdamas tam tikro bangos ilgio šviesą, Hercas įrodė, kad fotoefektą sukelia trumposios bangos, ypač ultravioletiniai spinduliai. Tiesa, paaiškinti šio reiškinio prigimties (fotonai išmuša iš metalo elektronus, kurie padidina oro laidumą) Hercas tuo metu dar negalėjo, nes nebuvo atrasti nei elektronai, nei fotonai, bet jis įspėjo, kad šis reiškinys gali atskleisti ir šviesos, ir elektros prigimtį.

Po šešių mėnesių, parašęs straipsnį apie fotoefektą, Hercas grįžo prie ankstesnių tyrimų. Stebėti elektromagnetines bangas trukdė jų atspindžiai nuo daiktų ir sienų, kurių matmenys buvo tos pačios eilės kaip ir generuojamų bangų. Hercas sukonstravo vibratorių, skleidžiantį mažesnio ilgio bangas, o tyrimus atlikdavo didžiojoje auditorijoje — tuo metu, kai ten nevykdavo paskaitos. Iš patalpos būdavo išnešami visi daiktai, ypač metaliniai, o suolai sujungiami tilteliais. Naudodamas didelį cinkuotos skardos lapą, Hercas užregistravo bangų atspindį, o nešiodamas bangų imtuvą (metalinį žiedą su nedidele išpjova) ir tamsoje stebėdamas šokančias kibirkštėles, aptiko stovinčiųjų bangų mazgus ir taip išmatavo jų ilgį, lygų apie 60 cm. Paprastais, bet išmoningais būdais Hercas atrado ir kitas bangų savybes: jų lūžimą einant per didelį smalos lęšį bei poliarizaciją. Taigi jis įrodė, kad aptiktos bangos yra gimininingos šviesos bangoms. Hercas atliko įvairius kontrolinius eksperimentus, juos kruopščiai išanalizavo ir aprašė gautus rezultatus, tad jie įtikino fizikus Maksvelo

numatytų bangų realumu. Tiesa, tuo metu svarbesniu rezultatu buvo laikomas ne pačių bangų atradimas, o įrodymas, kad elektromagnetinės sąveikos sklinda baigtiniu greičiu. Apie galimą elektromagnetinių bangų taikymą Hercas negalvojo, tai paaiškėjo vėliau, patobulinus bangų gavimo ir priėmimo būdus.

Atradimas išgarsino Hercą. Pasipylė garbės vardai ir ženklai. Jis perskaitė pranešimą Londono karališkojoje draugijoje ir gavo jos aukso medalį. Berlyno universitetas siūlė Hercui katedrą, bet jis pasirinko Bonos universitetą, kur tikėjosi ramesnių darbo sąlygų. Čia jis užėmė žymaus fiziko R. Klauzijaus vietą ir su šeima apsigyveno profesoriui skirtuose jaukiuose namuose su sodu.

Hercas jautėsi užbaigęs pagrindinius elektromagnetinių bangų tyrimus, todėl surinko savo straipsnius šia tema į vieną knygą, pridėdamas tik bendrą įvadą. Jame Hercas aprašė ir savo ieškojimų bei klaidžiojimų istoriją — retas atvejis, kad mokslininkas nurodytų visas atradimo aplinkybes.

Hercas pasirinko naują tyrimų sritį — išretintų dujų išlydį. Tai buvo iš tikrųjų perspektyvi sritis. Po kelerių metų čia buvo padaryti elektrono ir Rentgeno spindulių atradimai. Hercas, tuo metu jautęs kūrybinį pakilimą, galėjo rimtai pretenduoti į tuos atradimus ir jau buvo gavęs pirmuosius vertingus rezultatus, bet prasidėjo sunki liga. Jam ėmė skaudėti galvą, nusilpo regėjimas, kilo kitų organų uždegimai. Hercui teko atsisakyti eksperimentinių tyrimų, tad jis ėmėsi teorinių darbų: tikslino Maksvelo elektromagnetinio lauko teoriją, pasiūlė naują originalią klasikinės mechanikos formuluotę. Suviliotas E. Macho idėjos, kad fizikoje neturi būti vartojami neregistruojami dydžiai, Hercas bandė perrašyti mechaniką, apsieidamas be jėgos sąvokos, kaip nepakankamai aiškios. Šis Herco veikalas pasirodė jau po jo mirties, sukėlė nemažas diskusijas, daug kas gyrė savitą požiūrį, bet pasekėjų neatsirado.

Herco sveikata blogėjo. 1892 m. jam teko visai atsisakyti mokslinio darbo, bet paskaitas jis dar stengėsi skaityti. Hercas atkakliai grūmėsi su neaiškia liga ir, kęsdamas vis stiprėjančius skausmus, nesiliovė svajojęs apie būsimus darbus. 1893 m. pabaigoje jis aprašė dienoraštyje platų tyrimų planą dešimčiai metų į priekį. Tačiau po savaitės jis jau pajuto artėjančią mirtį ir rašė artimiesiems: „Jeigu man iš tikrųjų kas nors atsitiks, jūs neliūdėkite, o truputį didžiuokitės ir galvokite, kad aš priklausiau tiems išrinktiesiems, kurie nors ir gyveno neilgai, bet pakankamai. Tokio likimo aš nenorėjau ir nesirinkau, bet esu patenkintas juo ir, jeigu reikėtų rinktis iš naujo, matyt, pats pasirinkčiau jį".

H. Hercas mirė 1894 metų pirmąją dieną, eidamas 37-uosius metus. Gydytojai konstatavo, kad mirties priežastis buvo kraujo užkrėtimas.



Maksas PLANKAS (1858—1947)

XX AMŽIUS FIZIKOJE PRASIDĖJO ATRADUS KVANTĄ. TĄ LEMTINGĄ ŽINGSNĮ 1900 M. PABAIGOJE ŽENGĖ M. PLANKAS. JIS, ATRODO, BUVO IR PIRMASIS GRYNAS TEORETIKAS, NEVYKDĘS EKSPERIMENTŲ. TAIGI NUO JO FIZIKA ĖMĖ SKIRTIS Į EKSPERIMENTINĘ IR TEORINĘ.

Nuo senų laikų kruopščiai rašytos vokiečių bažnytinės knygos įgalino istorikus atsekti, kad M. Plankas buvo kilęs iš tos pačios giminės, kaip ir filosofai G. Hegelis bei F. Šelingas, rašytojai F. Šileris ir J. Helderlynas — visi jie XV a. turėjo bendrą protėvį. Vėlesnėje bajorų fon Plankų giminėje buvo miesto raštininkų, mokytojų ir pastorių. Planko prosenelis, senelis ir tėvas tapo profesoriais, pirmieji du iš jų — teologijos, tėvas — teisės.

Maksas Plankas (M. Planck) gimė 1858 m. balandžio 24 d. Prūsijos uoste Kylyje. Kai sūnui buvo 9 metai, tėvas persikėlė dirbti į Miuncheno universitetą. Maksas lankė klasikinę Maksimiliano gimnaziją, kurioje buvo sustiprintai mokoma humanitarinių dalykų, tačiau mokiniai gaudavo nemažai žinių ir iš matematikos bei fizikos. Plankas visą laiką buvo pirmasis mokinys, nuo jaunų dienų išsiskyrė stropumu, pareigingumu ir savarankiškumu. Ypač jam sekėsi matematika. Plankui ne kartą patikėdavo pakeisti susirgusį matematikos mokytoją. Kita jo aistra buvo muzika. Jis dainavo berniukų chore, grojo keliais instrumentais, tad, baigdamas gimnaziją, ilgokai svarstė, kokį kelią rinktis — muzikanto ar mokslininko, ir, kaip visada, kruopščiai įvertinęs visus argumentus, įstojo į Miuncheno universitetą studijuoti fiziką ir matematiką.

Plankas išklausė F. Žoli fizikos kursą, jo vadovaujamas atliko eksperimentinį darbą — pirmą ir paskutinį savo gyvenime — ir pareiškė profesoriui, kad ketina imtis teorinės fizikos. Žoli bandė jį atkalbėti, sakydamas, kad teorinė fizika artėja prie panašaus užbaigtumo laipsnio, koks būdingas geometrijai, bet Plankas savo nuomonės nepakeitė. Jis buvo, nors ir stropus bei kuklus, bet ambicingas ir fizikus, dirbusius Miuncheno universitete, laikė gana ribotais mokslininkais. Tad Plankas, kaip ir Hercas, užbaigė studijas Berlyno universitete, kur dėstė to meto vokiečių fizikos korifėjai H. Helmholcas ir G. Kirchhofas. Netgi ir jų dėstymu Plankas nebuvo visiškai patenkintas, todėl daugiausia studijavo savarankiškai. Jam labai patiko R. Klauzijaus darbai, gilios ir tikslios termodinamikos principų formuluotės. Tai lėmė Planko pasiryžimą dirbti šioje mokslo srityje.

1878 m. Plankas baigė universitetą ir po metų apgynė daktaro disertaciją, kurioje nagrinėjo antrąjį termodinamikos dėsnį. Atlikęs dar vieną mokslinį darbą, jis įgijo teisę dėstyti ir tapo Berlyno universiteto privatdocentu. Skirtingai negu profesoriui, jam tekdavo nedideli specialūs kursai, neįeinantys į programą. Juos lankydavo tik keletas studentų. Į Planką, kaip į gryną teoretiką, buvo žiūrima tarsi į baltą varną tarp fizikų, ir ištisus penkerius metus jis neturėjo galimybės pakilti į profesoriaus vietą. Tai jo nevaržė materialiniu požiūriu, nes Plankas gyveno pas tėvus ir galėjo nesirūpinti pragyvenimu. Laisvalaikiu jam atgaivą teikė muzika ir kalnų turizmas — Plankas tapo vienu iš pirmųjų mokslininkų alpinistų.

1884 m. Getingeno universitetas paskelbė konkursą apibendrinamajam darbui apie energijos tvermės dėsnį, ir Plankas ėmė rašyti veikalą, kuriame nagrinėjo šio dėsnio atradimo istoriją, įvairias jo formas bei visuotinį pobūdį. Įpusėjęs darbą, jis pagaliau gavo pasiūlymą Kylio universitete užimti teorinės fizikos profesoriaus vietą, tiesa, prie to pakvietimo prisidėjo ten dirbęs tėvo draugas.

Taigi Plankas po 18 metų grįžo į gimtąjį miestą ir čia tapo savarankišku mokslininku. Jis užbaigė knygą „Energijos tvermės principas" ir laimėjo antrąją premiją (pirmoji nebuvo paskirta). 1886 m. vienas po kito pasirodė trys Planko straipsniai „Apie entropijos didėjimo principą", kuriuose antrasis termodinamikos dėsnis buvo pritaikytas elektrolitų disociacijos ir silpnų tirpalų teorijai kurti, deja, vėliau paaiškėjo, kad tai jau padaręs Dž. V. Gibsas.

1887 m. Plankas vedė savo vaikystės draugę Mariją Merk, Miuncheno bankininko dukterį. Jie turėjo du sūnus ir dvynukes dukteris. Plankas buvo pavyzdingas vyras ir tėvas.

1889 m. prie Berlyno universiteto buvo įsteigtas Teorinės fizikos institutas, pirmasis ne tik Vokietijoje, bet ir visoje Europoje. Jo vadovu buvo kviečiami L. Bolcmanas bei H. Hercas, bet, jiems atsisakius, trečiuoju pasirinktas M. Plankas. Tiesa, iš pradžių jis ir buvo vienintelis to instituto teoretikas. Plankas skaitė paskaitas gerai apgalvojęs, nuosekliai, bet gana aukštu lygiu. Pasakojama, jog netrukus po jo atvykimo į Berlyną Plankas pamiršo, kurioje auditorijoje turi vykti jo paskaita, ir, užėjęs į kanceliariją, pasiteiravo viršininko, kur skaito profesorius Plankas. Administratorius paplojo Plankui ranka per petį ir patarė: „Neikite ten, jūs dar per jaunas, kad suprastumėte mūsų gudragalvio profesoriaus Planko paskaitas". Kalbėdamas Plankas nesinaudojo konspektais, nedarydavo klaidų, studentai pastebėdavo tik vieną trūkumą — profesorius prieš save ant katedros padėdavo du gabaliukus kreidos ir, kai nerašydavo ant lentos, juos kartkartėmis sukeisdavo vietomis.

Augant šeimai, Plankas įsigijo dviaukštį namą Berlyno priemiestyje Griunevalde, šalia miško. Čia pragyveno pusę amžiaus. Plankas mėgo rinkti senas ir retas knygas, brangius leidinius, tad ilgainiui susidarė unikali biblioteka, kurioje buvo ne tik fizikos ir muzikos, bet ir filosofijos, istorijos, meno bei literatūros leidinių.

Planko diena būdavo suplanuota matematiniu tikslumu — jam pasirodžius, žmonės pasitikrindavo laikrodžius. Bet kokiu metų laiku jis keldavosi 8 valandą ryto. Dirbdavo Plankas stačiom prie aukšto kontorinio stalo. Vakarai būdavo skirti poilsiui ir muzikai šeimoje, prie jos neretai prisijungdavo draugai. Tapęs fiziku, Plankas neužleido ir muzikos, ėmė pamokas, kasdien bent pusvalandį grodavo pianinu ir tapo subtiliu muzikantu bei muzikos žinovu. Vienu metu jis netgi dėstė universitete muzikos teorijos kursą.

1894 m. Plankas buvo išrinktas Berlyno MA nariu, jo teorinius darbus vertino ne tik Vokietijos, bet ir kitų šalių mokslininkai, nors ypatingų atradimų jam ligi keturiasdešimties metų nepavyko padaryti.

1896 m. Plankas susidomėjo kūnų šiluminio spinduliavimo teorija. Kirchhofas buvo įvedęs idealizuotą objektą (tokius objektus labai mėgsta fizikai) — absoliučiai juodą kūną, kuris sugeria visus į jį krintančius spindulius. Kirchhofas įrodė, kad tokio kūno, esančio šiluminėje pusiausvyroje su aplinka, skleidžiamas ištisinis spektras priklauso ne nuo kūno prigimties, o tik nuo jo temperatūros. Fizikus viliojo problema gauti to spektro gaubtinės algebrinę išraišką. V. Vyno išvesta formulė teisingai apibūdino tik dalį spektro. Vėliau Dž. Reilis gavo kitą formulę, bet ji irgi išsiskyrė su eksperimentiniais duomenimis. Plankas, jausdamasis termo-

dinamikoje kaip namuose, atkakliai siekė tikslo, paskelbė ta tema keletą straipsnių, bet bendro sprendinio ir jam vis nepavykdavo rasti.

1900 m. pabaigoje du vokiečių eksperimentatoriai H. Rubensas ir F. Kurlbaumas, spręsdami praktinį uždavinį — tobulindami elektronines lempas — atliko naujus tikslesnius juodojo kūno spektro matavimus, apie kuriuos ketino pranešti Vokiečių fizikų draugijos posėdyje. Plankas kelios dienos prieš tai susipažino su šiais rezultatais, ir jam pavyko nuspėti formulę, kuri teisingai apibūdintų visą absoliučiai juodo kūno spektrą. Jis ją ir pateikė posėdyje, įvykusiame spalio 19 d., po Kurlbaumo pranešimo. Pasibaigus posėdžiui, Rubensas ėmė atidžiai tikrinti formulę ir rytą pranešė Plankui, kad ji puikiai atitinka visus rezultatus. Atradėjui liko tik nuosekliai įrodyti formulę.

Pusantro mėnesio Plankas siekė šio tikslo, išbandė įvairias galimybes ir priėjo išvadą, kad formulę galima gauti tik padarius keistą prielaidą: juodasis kūnas sugeria ir spinduliuoja energiją ne bet kokiais kiekiais, o tik tam tikromis mažytėmis porcijomis $h\nu$; čia ν — spindulių dažnis, h — nauja fundamentinė konstanta, vėliau pavadinta Planko konstanta arba veikimo kvantu (vokiškai *Quant*, kil. iš lot. *quantum* — kiekis). Plankas gerai suprato, kad ši prielaida prieštarauja klasikinei spinduliavimo teorijai, tačiau mokslinė logika ir sąžiningumas privertė jį įvesti kvantą kaip neišvengiamą būtinybę. Vėliau sūnus Ervinas prisiminė, kad tėvas, vaikščiodamas su juo po parką, sakęs: arba aš padariau didžiausios reikšmės atradimą, galbūt prilygstantį Niutono atradimui, arba labai klystu. Apsvarstęs visus už ir prieš, Plankas padarė išvadą, kad kvanto įvedimas nėra galutinis, už to slypi kažkas svarbaus. 1900 m. gruodžio 14 d. Plankas pranešė apie savo rezultatus Vokiečių fizikų draugijos posėdyje, o kitų metų pradžioje pranešimo tekstas buvo atspausdintas draugijos žurnale.

Gauta teisinga formulė, kurios ilgą laiką buvo ieškota, atkreipė fizikų dėmesį, tačiau jie neskubėjo pripažinti kvanto, geriausiu atveju laikė jį tik patogia hipoteze, matematine išmone. Pats Plankas ir kiti mokslininkai atkakliai bandė gauti formulę klasikinės fizikos metodais, bet visos pastangos buvo nesėkmingos.

Pirmasis kvanto realumu patikėjo jaunas, dar mokslo pasaulyje nežinomas fizikas Albertas Einšteinas. Jis iškėlė hipotezę, kad kūnai ne tik sugeria ir spinduliuoja elektromagnetinių bangų energiją diskretinėmis porcijomis, bet pačios bangos, tarp jų ir šviesa, yra sudarytos iš dalelių — vėliau jos buvo pavadintos fotonais. Remdamasis jų egzistavimu, A. Einšteinas 1905 m. paaiškino H. Herco atrasto fotoefekto ypatumus.

Deja, Plankas nepritarė šiam jo paties iškeltos hipotezės plėtojimui ir taikymui, nors tuo pačiu metu jis — vienas iš nedaugelio — iš karto pripažino Einšteino sukurtą specialiąją reliatyvumo teoriją, kuri iš esmės keitė Niutono suformuluotą požiūrį į erdvę, laiką ir masę. Tiesa, nesutarimai dėl kvanto realumo netrukdė Plankui ir Einšteinui aukštai vertinti vienas kito nuopelnus ir netrukus, nepaisant amžiaus skirtumo, tapti draugais. Būtent Planko iniciatyva vėliau Einšteinas buvo pakviestas labai palankiomis sąlygomis dirbti Berlyno universitete, išrinktas Mokslų akademijos nariu.

Ir po Einšteino darbo svarbiausia XX a. fizikos idėja dar ilgą laiką liko mokslo pelene. 1908 m. išleistame L. Darmštedterio „Gamtos mokslų ir technikos istorijos žinyne“ buvo išskaičiuota net šimtas dvidešimt 1900 m. padarytų atradimų ir išradimų, bet Planko atradimas ten nebuvo minimas.

1911 m. įvyko pirmasis Solvės kongresas, kuriame žymiausi fizikai svarstė spinduliavimo ir kvantų problemą. A. Einšteinas toliau liko vienumoje, o M. Plankas netgi ėmė trauktis atgal, dar labiau apribodamas savo hipotezę. Vis dėlto per diskusijas kongreso dalyviai įsitikino, kad klasikinė fizika susiduria su esminiais sunkumais ir yra reikalinga nauja teorija. Galbūt ji bus susijusi su kvanto idėja, bet daugeliui ši dar atrodė prieštaringa ir nepakankamai pagrįsta.

Plankas nagrinėjo kitas termodinamikos problemas, bet daugiau panašaus lygio atradimų nepadarė. 1911 m. jis buvo išrinktas Prūsijos MA nuolatiniu sekretoriumi ir kartu su trimis kitų mokslų sekretoriais tvarkė svarbiausius akademijos reikalus. Tais pačiais metais kaizeris Vilhelmas įkūrė savo vardo draugiją mokslui skatinti, kuri vadovavo mokslo institutų sistemai. Plankas buvo paskirtas jos prezidentu ir pasižymėjo kaip pavyzdingas administratorius. 1913 m., kelerius metus našlavęs po pirmosios žmonos mirties, jis vedė jos dukterėčią Margaritą fon Geslin ir su ja turėjo dar vieną sūnų. Jaunoji žmona irgi buvo rūpestinga šeimininkė, netgi tapo alpiniste ir lydėdavo vyrą į kalnus.

Pirmojo pasaulinio karo metais Plankas pasidavė nacionalistinėms nuotaikoms, jo pritarimo karui nepakeitė netgi vyriausiojo sūnaus žūtis Verdeno mūšyje. Tuoj po karo gimdydamos viena po kitos mirė ir abi jo dukros. Tiesa, likimas jam suteikė ir vieną teigiamą išgyvenimą — 1918 m. už kvanto atradimą Plankui buvo paskirta Nobelio premija. Tai reiškė visuotinį jo atradimo pripažinimą. Netrukus (1924—1927 m.) buvo sukurta kvantinė mechanika. Plankas įdėmiai sekė jos atsiradimą, bet pats tuose ieškojimuose nedalyvavo. Jis sveikino šią teoriją, netgi vieną

iš jos kūrėjų E. Šrėdingerį išrinko savo įpėdiniu Berlyno universitete, 1926 m. pasitraukdamas į pensiją. Tačiau Plankas, kaip ir Einšteinas, nepripažino kvantinės mechanikos tikimybinės interpretacijos.

Ligi senatvės Plankas išliko žvalus, sveikas, kūrybingas, dalį atostogų praleisdavo Alpėse. 1929 m., pažymint jo daktaro disertacijos gynimo penkiasdešimtmetį, buvo įsteigtas Planko aukso medalis; pirmąjį gavo jis pats, antrąjį — po metų A. Einšteinas. Ir dabar tai yra vienas iš svarbiausių mokslininko įvertinimo ženklų. Jis teikiamas Vokietijos ir užsienio fizikams.

Atėjus į valdžią fašistams, Plankas stengėsi apsaugoti Vokietijos mokslą nuo jų kišimosi. Priimtas Hitlerio kaip Kaizerio Vilhelmo draugijos prezidentas, jis bandė užtarti žymų chemiką žydą, kas sukėlė fiureriui nervinį priepuolį. Karo metais, amerikiečių ir anglų aviacijai bombarduojant Berlyną, sudegė Planko namas Griunevalde. Jo antrasis sūnus buvo pasmerktas mirti už dalyvavimą antihitleriniame sąmoksle. Karui persikėlus į Vokietiją, Plankas su žmona slėpėsi draugų dvare prie Elbės, jį sugriovus — miške; vėliau jie buvo apiplėšti. Po visų tų pergyvenimų iš Planko liko tik jo šešėlis. Dar jam gyvam esant, 1947 m. Kaizerio Vilhelmo draugija buvo pervadinta Makso Planko draugija. Žymus mokslininkas mirė 1947 m. spalio 4 d., likus pusmečiui ligi jo devyniasdešimties metų jubiliejaus.



Marija KIURI (1867—1934)

M. SKLODOVSKA-KIURI — RADIOAKTYVIŲJŲ ELEMENTŲ TYRIMO PRADININKĖ, PIRMOJI GARSI MOTERIS FIZIKĖ, DU KARTUS NOBELIO PREMIJOS LAUREATĖ.

Marija Sklodovska (M. Skłodowska) gimė 1867 m. lapkričio 7 d. Varšuvoje mokytojų šeimoje. Tėvas dėstė fiziką ir matematiką įvairiose miesto mokyklose, buvo kelių vadovėlių autorius, motina vadovavo mergaičių mokyklai.

Marija buvo jauniausia iš penkių vaikų. Stebėdama, kaip mokosi sesuo, ir Marija nejučia išmoko skaityti, nors tėvai kurį laiką jai dar draudė skaityti knygas. Po 1863 m. sukilimo šeimoje vyravo patriotinės, anticarinės nuotaikos. Tuo metu lenkų, kaip ir lietuvių, vaikai turėjo nuo pirmosios klasės mokytis rusų kalba, šnekėti gimtąja kalba buvo draudžiama netgi per pertraukas. Marija turėjo puikią atmintį. Nors klasėje ji buvo pora metų jaunesnė už drauges, bet mokėsi geriausiai.

Šeima vertėsi nekaip: sunkiai sirgo motina, tėvas investavo santaupas į svainio verslą ir jas prarado. Kai Marijai buvo 9-eri, mirė motina, o netrukus ir vyriausioji sesuo. Tos nelaimės jautrią mergaitę padarė rimtą ir uždarą. Ji užsimiršdavo tik skaitydama knygas. Namiškiai juokaudavo, kad tada ji pasidarydavo kaip kurtinys — nieko negirdėdavo ir nematydavo.

Mokykloje M. Sklodovska išmoko keturias užsienio kalbas, tačiau labiausiai ją traukė gamtos mokslai. Jos mėgstamas užsiėmimas buvo ateiti į tėvo kabinetą ir apžiūrinėti spintoje sukrautus fizikos bei chemijos prietaisus. Šešiolikmetė M. Sklodovska baigė gimnaziją aukso medaliu, tačiau jos noras mokytis fizikos ir matematikos Varšuvos universitete negalėjo būti įgyvendintas, nes ten moterys nebuvo priimamos.

M. Sklodovska sugalvojo ir pasiūlė vyresniajai seseriai tokį planą: Marija dirbs guvernante ar privačia mokytoja ir padės seseriai studijuoti Paryžiuje mediciną, o kai ši baigs mokslus, tada mokės už Marijos fizikos studijas Sorbonos universitete.

Sklodovska keletą metų dirbo guvernante dvare prie Polocko, laisvalaikiu mokė valstiečių ir darbininkų vaikus, savarankiškai rengėsi studijoms. Jaunatviška meilė, kilusi tarp jos ir dvarininko sūnaus, jo tėvų buvo šiurkščiai nutraukta. Vėliau Sklodovska dirbo panašų darbą Varšuvoje, mokė slaptuose lenkiškuose kursuose, vakarais dirbo pramonės ir žemdirbystės muziejaus laboratorijoje.

1891 m., būdama 24-erių, M. Sklodovska pagaliau įstojo į Sorbonos universiteto Gamtos mokslų fakultetą. Taupydama pinigus, ji gyveno mažyčiame šaltame kambarėlyje pastogėje, vilkėjo vienintelę suknelę, kartais net nualpdavo iš alkio, atsisakydavo pramogų. M. Sklodovska matė vienintelį tikslą — kuo greičiau sėkmingai užbaigti studijas. 1893 m. ji gavo fizikos, o kitais metais — ir matematikos mokslų licenciatės diplomus. M. Sklodovska grįžo į Varšuvą, bet jos pažįstami išrūpino jai valstybinę stipendiją dar metams Paryžiuje tęsti aukštesnes studijas.

M. Sklodovskos mokslinis vadovas pasiūlė jai išmatuoti įvairių rūšių plieno magnetines charakteristikas. Ieškodama erdvesnės laboratorijos, kur galėtų atlikti tuos matavimus, M. Sklodovska susipažino su Fizikos ir chemijos mokyklos dėstytoju Pjeru Kiuri. Jis buvo šešeriais metais vyresnis už Mariją, talentingas fizikas, jau pagarsėjęs medžiagų magnetinių savybių ir kristalų tyrinėjimais, neseniai apgynęs daktaro disertaciją. Juos suartino meilė mokslui, panašios charakterio savybės: kuklumas, atkaklumas, pareigingumas. Vis dėlto M. Sklodovska tik po pusantrų metų draugystės apsisprendė ir sutiko tekėti už P. Kiuri — vedybos jai reiškė išsiskyrimą su tėvyne bei artimaisiais ir atsisakymą savo nuostatos pripažinti tik meilę mokslui. Vestuvės įvyko 1895 m. be bažnytinių apeigų, nes Pjeras buvo ateistas, o Marija irgi seniai nebevaikščiojo į bažnyčią. Giminaičiai jiems padovanojo du dviračius, ir kelionės jais per atostogas bei šventadieniais tapo Kiuri šeimos tradicija.

1896 m. M. Kiuri išlaikė egzaminą, suteikiantį jai teisę dėstyti aukštojoje mokykloje, ir pagimdė dukrą Ireną. Vaikas ir namų rūpesčiai atimdavo daug laiko, bet Kiuri nekeitė sprendimo rašyti daktaro disertaciją. Ieškodama temos, ji peržiūrėjo mokslinius žurnalus, tarėsi su vyru ir nusprendė tirti naują, prieš pusantrų metų A. Bekerelio atrastą reiškinį.

1895 m. pabaigoje V. K. Rentgenui aptikus jo vardu pavadintus spindulius, kilo didelis susidomėjimas jais. Rentgeno spindulius skleidė stiklas, veikiamas katodinių spindulių (elektronų) pluoštelio. A. Bekerelis

ėmėsi tikrinti prielaidą, kad medžiagos, kurios švyti dėl saulės spindulių poveikio, taip pat gali skleisti Rentgeno spindulius. Prielaida nepasitvirtino, tačiau Bekerelis, naudodamas kaip fluorescuojančią medžiagą urano druską, nustatė, kad ji visą laiką savaime skleidžia kitokius skvarbius, neregimus spindulius. Fizikams jie pasirodė mažiau įdomūs negu Rentgeno spinduliai, tad kurį laiką Bekerelis vienas tyrinėjo jų savybes.

Urano, arba Bekerelio, spinduliai ne tik veikė fotografinę plokštelę, bet ir jonizuodavo aplinkinį orą. Jis tapdavo laidus elektrai. M. Kiuri panaudojo šią savybę urano aktyvumui matuoti. Ji nustatė, kad jo nekeičia slėgimas, kaitinimas bei kitokie fiziniai ar cheminiai poveikiai — medžiagos, turinčios urano, aktyvumas visada buvo proporcingas joje esančiam urano kiekiui. Vadinasi, tai yra urano atomų savybė, liudijanti, kad jų viduje vyksta kažkokie nežinomi procesai. M. Kiuri ėmė ieškoti kitų elementų, kurie skleistų panašius spindulius, ir nustatė, jog ši savybė dar būdinga toriui. Bendrą reiškinį ji pavadino radioaktyvumu (lot. *radio* — spinduliuoju, *activus* — veiklus), o tokius elementus — radioaktyviaisiais.

Patikrinusi visus žinomus elementus, M. Kiuri ėmėsi mineralų, kurių buvo fizikos ir chemijos mokyklos kolekcijoje. Čia ji rado ir du urano turinčius mineralus: uraninitą bei chalkolitą. M. Kiuri nustatė įdomią jų ypatybę — šie mineralai spindulių skleidė daugiau, negu turėjo spinduliuoti juose esantis uranas. Tad 1898 m. ji priėjo išvadą, kad tuose mineraluose slypi dar nežinomas radioaktyvusis cheminis elementas.

Ligi tol P. Kiuri buvo užsiėmęs savais tyrimais ir padėdavo žmonai tik patarimais bei pastabomis. Norint atrasti ir išskirti naują elementą, reikėjo atlikti plačius įvairiapusiškus tyrimus, todėl jie nutarė dirbti kartu.

Išskirdami uraninito chemines dalis, Marija ir Pjeras Kiuri aptiko net du naujus cheminius elementus. Apie vieno iš jų atradimą paskelbta 1898 m. vasarą, ir jis M. Kiuri tėvynės garbei pavadintas poloniu. Antrojo elemento uraninite buvo gerokai mažiau, užtat jis daug aktyvesnis, taigi jam, atrastam tų pačių metų pabaigoje, Kiuri parinko radžio vardą. Elementų egzistavimas buvo įrodytas fizikiniais matavimais, tačiau kad chemikai pripažintų naują elementą, reikėjo išskirti nors nedidelį jo kiekį ir nustatyti atominę masę bei chemines savybes.

Uranas tuo metu buvo naudojamas specialių stiklų gamybai, ir uraninitas kainavo nemažai, o reikėjo jo gana didelio kiekio. Laimei, paaiškėjo, kad radis lieka rūdos atliekose, išskyrus iš jos uraną. Austrijos vyriausybė, kuriai priklausė Joachimstalio urano rūdynai, sutiko toną rūdos atliekų tyrinėtojams padovanoti, o didesnį kiekį parduoti už nedidelę kainą.

Rūdai perdirbti reikėjo specialios patalpos. Fizikos ir chemijos mokykla atidavė savo darbuotojams nenaudojamą, apleistą pastatą, kuriame kažkada veikė medicinos fakulteto prozektoriumas. Barakas neturėjo ventiliacijos, vietoj grindų buvo išlietas asfaltas, stiklinės lubos suskilusios, patalpa šildoma ketine krosnele. Taigi žiemą čia buvo šalta, o vasarą — labai karšta.

Marija ir Pjeras Kiuri pagalbininkų neturėjo, tad patys dirbo ne tik kaip mokslininkai, bet ir kaip technikai, laborantai ir juodadarbiai. Rūda būdavo kaitinama dideliuose katiluose, veikiama įvairiomis cheminėmis medžiagomis, maišoma didžiuliu strypu. Norint neuždusti nuo dūmų, dulkių ir cheminių garų, reikėjo atidarinėti langus bei duris ir kęsti skersvėjį. Kad netektų pertraukti darbo, Kiuri ten pat paskubom užkąsdavo.

Iš pradžių tyrinėtojai tikėjosi, kad rūdoje radžio yra bent vienas procentas, ir planavo darbą baigti per metus, bet ieškomo elemento kiekis pasirodė esąs tūkstantį kartų mažesnis. O norint pragyventi, reikėjo atlikti ir kitas pareigas, dėstyti, netgi skaityti papildomas paskaitas. Varginantis, didžiulių fizinių ir dvasinių jėgų reikalaujantis darbas užtruko net ketverius metus. Radis pasirodė esąs toks aktyvus, kad jo koncentratas švietė tamsoje ir prie jo buvo galima įžiūrėti raides.

Tuo pačiu metu sutuoktiniai Kiuri tyrė ir radžio savybes, antai nustatė, kad jis skleidžia dviejų rūšių spindulius, kurių vieni magnetiniame lauke nukrypsta, o kiti — ne. 1900 m. jie I tarptautiniame fizikų kongrese perskaitė apžvalginį pranešimą, kuris sukėlė didelį susidomėjimą.

Pagaliau 1902 m. buvo išskirta viena dešimtoji gramo radžio chlorido, vėliau pavyko gauti ir gryną radį — jis pasirodė esąs blizgantis baltas metalas, du milijonus kartų aktyvesnis už uraną. Dėl šios savybės radis buvo iš karto pradėtas naudoti medicinoje piktybinėms ląstelėms naikinti. Marija ir Pjeras Kiuri atsisakė imti patentą ir nemokamai perduodavo informaciją apie radžio gavimo būdą kitiems mokslininkams bei verslininkams.

1903 m. M. Kiuri pagaliau rado laiko apginti daktaro disertaciją. O tų pačių metų pabaigoje jai kartu su vyru ir A. Bekereliu buvo suteikta Nobelio fizikos premija už radioaktyvumo reiškinio tyrimus. Tik po to P. Kiuri buvo paskirtas katedros vedėju Sorbonos universitete, tuo tarpu jo žmonai pasiūlyta dirbti tik adjunktu toje katedroje. Jie labiausiai norėjo geros laboratorijos, tačiau patalpos jai buvo skirtos po atkaklių derybų kitoje vietoje, o įsirengti reikėjo patiems.

P. Kiuri nedaug teko pasinaudoti ta laboratorija — 1906 m. jis išsiblaškęs ėjo per gatvę ir žuvo po vežimo ratais.

M. Kiuri, pirmajai moteriai Prancūzijos istorijoje, buvo pasiūlyta profesoriaus vieta. Pirmąją paskaitą ji pradėjo tuo pačiu sakiniu, kuriuo jos vyras buvo užbaigęs savąją. Po netekties M. Kiuri pasidarė dar uždaresnė, atsidėjo mokslui ir dviem dukterims. 1910 m. ji išleido svarbiausią savo veikalą „Radioaktyvumas". 1911 m. M. Kiuri buvo iškelta kandidate į Paryžiaus mokslų akademiją, tačiau jos nariai vis dėlto nesutiko įsileisti į savo tarpą pirmosios moters. Nobelio premijos komitetas vėl pasirodė esąs objektyvesnis — 1911 m. M. Kiuri gavo antrąją Nobelio premiją (pagal nuostatus P. Kiuri po mirties jau negalėjo jos pelnyti). 1914 m. M. Kiuri pavyko įgyvendinti savo ir vyro svajonę — įkurti Paryžiuje Radžio institutą, kuriame būtų plėtojamas naujas radioaktyvumo mokslas.

Pirmojo pasaulinio karo metais M. Kiuri organizavo kilnojamąsias Rentgeno laboratorijas sužeistiesiems tirti, rengė joms personalą. Dideliu džiaugsmu jai tapo Lenkijos valstybės atkūrimas. M. Kiuri buvo kviečiama grįžti į tėvynę, tačiau ji jau nenorėjo nutraukti glaudžių saitų su Prancūzija ir jos mokslu.

M. Kiuri šlovė vis augo, įvairių šalių mokslo įstaigos ir draugijos jai skyrė daugybę garbės vardų, premijų bei pasižymėjimo ženklų. Motinos darbus ir sėkmę pratęsė jos dukra Irena. Kartu su savo vyru Frederiku Žolio ji toliau tyrė radioaktyvumo reiškinį ir 1934 m. atrado dirbtinį radioaktyvumą, už kurį pelnė dar vieną šeimyninę Nobelio premiją.

Laikui bėgant Marija Kiuri vis stipriau jautė jos patirtų didelių radioaktyvumo dozių neigiamas pasekmes. 1934 m. liepos 4 d. ji mirė nuo radžio spindulių sukeltos kraujo ligos.



Ernestas REZERFORDAS (1871—1937)

E. REZERFORDAS — ATOMO BRANDUOLIO FIZIKOS PRADININKAS, ATRADĘS ATOMO BRANDUOLĮ, NUSTATĘS PAGRINDINES JO SAVYBES IR PIRMASIS ĮGYVENDINĘS ALCHEMIKŲ SVAJONĘ VIENĄ ELEMENTĄ PAVERSTI KITU.

Ernesto Rezerfordo (E. Rutherford) tėvynė — tolima Naujoji Zelandija. Jis gimė 1871 m. rugpjūčio 30 d. nedideliame kaimelyje Spring-Grouve (dabar Braitvoteris) išeivių iš Škotijos šeimoje. Tuo metu jo tėvai vertėsi žemdirbyste ir bandė auginti linus, nors tėvas buvo vandens malūnų mechanikas, o motina — mokytoja. Ernestas buvo vidurinis — šeštasis — vaikas šeimoje; jis iš viso turėjo penkis brolius ir penkias seseris. Vėliau tėvai dar keletą kartų kraustėsi iš vienos vietos į kitą.

Ernestas augo sveikas ir linksmas, mėgo išdaigas bei žaidimus. Kaip ir tėvą bei senelį, jį traukė technika, nuo mažens gamindavosi žaislus, o vėliau — mašinų modelius. Naujojoje Zelandijoje trūko išsilavinusių žmonių, tad mokiniui, labai gerai užbaigusiam pradžios mokyklą, būdavo skiriama stipendija tęsti mokslą vidurinėje mokykloje. Taip Ernestas pateko į Nelsono miesto koledžą, kur taip pat išsiskyrė įvairiapusiais gabumais. Tėvai ryžosi suteikti jam aukštąjį mokslą ir pasiuntė į vienintelį šalyje universitetą, veikusį Kraistčerčo mieste. Jame tuo metu mokėsi tik 150 studentų ir dirbo 7 profesoriai. Laimei, tarp jų buvo gerų fizikos ir matematikos pedagogų. Studentų mokslinė draugija rengdavo pranešimus ir diskusijas įvairiais mokslo, meno bei politikos klausimais. Rezerfordas tapo vienu iš aktyviausių tų diskusijų dalyvių. Būdamas antrojo kurso studentas, jis perskaitė pranešimą „Elementų evoliucija", kuriame

plėtojo to meto mokslo pažiūroms prieštaraujančią hipotezę, kad atomai yra sudėtingos sistemos, sudarytos iš tų pačių elementariųjų dalelių.

Susidomėjęs elektromagnetinių bangų atradimu, Rezerfordas jų tyrimą pasirinko kaip bakalauro darbą. Jis ne tik savarankiškai sukonstravo bangų siųstuvą bei imtuvą, bet ir patobulino imtuvo konstrukciją, kurią vėliau gerai įvertino ir netgi savo darbuose panaudojo garsusis išradėjas G. Markonis.

Su pagyrimu baigęs universitetą, Rezerfordas pradėjo dirbti Kraistčerče fizikos mokytoju. Deja, pedagoginė jo veikla nebuvo sėkminga — mokytojas nuolat nukrypdavo nuo programos, imdavo entuziastingai pasakoti mokiniams apie fizikos naujienas, užsimiršdamas, kad jie nežino daugelio sąvokų. Laimei, po kelių mėnesių Rezerfordas gavo netikėtą pranešimą, kad jam paskirta stipendija ilgalaikei stažuotei viename iš žinomų Anglijos universitetų (nedaug tokių stipendijų buvo skiriama geriausiems Anglijos kolonijų ir dominijonų universitetų absolventams).

E. Rezerfordas pasirinko garsiąją Kembridžo universiteto Kavendišo laboratoriją, kuriai tuo metu vadovavo Dž. Dž. Tomsonas. Taigi 1895 m. stipendininkas keleriems metams atsisveikino su savo šeima bei sužadėtine, universiteto studente Meri Niuton, ir laivu išplaukė į Angliją.

Tuo metu Tomsonas tyrinėjo elektros išlydį išretintose dujose ir netrukus atrado elektroną. Rezerfordui jis pasiūlė tęsti pradėtus elektromagnetinių bangų tyrimus. 1896 m. Rezerfordas sugebėjo užmegzti radijo ryšį tarp Kembridžo universiteto ir Kavendišo laboratorijos — trijų kilometrų atstumu. (Tiesa, Markoniui jau buvo pavykę pasiekti dvigubai didesnį rekordą.) Tolesnis radijo ryšio tobulinimas, kaip grynai techninė problema, Rezerfordo nelabai domino. Jis kurį laiką ieškojo savo temos — ėmė tyrinėti neseniai atrastus Rentgeno spindulius, jų sukeliamą oro jonizaciją, apie tai su Tomsonu parengė bendrą darbą.

Marijos ir Pjero Kiuri „herojiški bandymai" ieškant naujų radioaktyviųjų elementų padarė Rezerfordui didelį įspūdį. Jis suprato, kad atsiveria nauja plati fizikos sritis, ir nuo 1898 m. pabaigos atsidėjo jos tyrimams.

Rezerfordas, bandymais lygindamas Bekerelio ir Rentgeno spindulius, priėjo išvadą, kad tie spinduliai yra skirtingos prigimties. 1899 m. jis nustatė, jog uranas skleidžia dviejų rūšių spindulius. Mažiau skvarbius jis pavadino alfa spinduliais, o skvarbesnius, bet daug silpniau jonizuojančius orą — beta spinduliais.

Tuo metu Makgilio universitetas Monrealyje (Kanada) ieškojo fizikos profesoriaus, ir Tomsonas rekomendavo Rezerfordą, teigdamas, kad jis „niekada neturėjo jauno mokslininko, kuris su tokiu entuziazmu ir gabumais imtųsi originalių tyrimų".

Nors Kanados universitetas buvo mokslo provincija, tačiau vienas milijonierius ką tik skyrė didelę sumą pinigų fizikos laboratorijai įrengti, o idėjų ir organizacinių sugebėjimų Rezerfordas nestokojo. Jis ne tik dirbo pats, bet užkrėsdavo savo idėjomis bei entuziazmu ir bendradarbius. Inžinierius elektrikas R. Ovensas irgi ėmėsi radioaktyvumo tyrimų ir nustatė, kad, skylant toriui, „atsirasdavo kažkas, kas nebuvo nei toris, nei alfa ar beta dalelės ir kas nuskrisdavo papūtus". Rezerfordas įrodė, kad tai yra radioaktyvios dujos (jo pavadintos torio emanacija), kurių aktyvumas labai sparčiai mažėjo — pusiau kas 11,5 valandos. Taip 1900 m. pirmą kartą buvo įžvelgtas pagrindinis radioaktyvumo dėsnis, kuris vėliau buvo patvirtintas ir su kitomis medžiagomis — kiekviena iš jų turi tam tikrą, jai būdingą pusėjimo trukmę, per kurią jos aktyvumas sumažėja pusiau.

Įsikūręs Kanadoje, Rezerfordas trumpam grįžo į Naująją Zelandiją ir čia vedė Meri Niuton, laukusią jo penkerius metus. Susitvarkęs šeimos reikalus, jis nuo tol visai atsidėjo mokslui. Labai vaisingas buvo Rezerfordo bendradarbiavimas su tame pačiame universitete pradėjusiu dirbti chemiku Frederiku Sodžiu. Šis gerai išmanė cheminės analizės metodus, buvo darbštus, o Rezerfordas pasižymėjo ypatingu išradingumu, sugalvodamas naujus fizikos eksperimentus, generuodamas idėjas, tad tie du skirtingi mokslininkai papildė vienas kitą. Aišku, Rezerfordas vaidino pagrindinį vaidmenį. Per trejetą metų jie ištyrė torio, radžio ir urano skilimo produktus, įrodė, kad vienos po kitų susidaro įvairios radioaktyviosios medžiagos, ir nustatė jų kilmės grandinėles. Būtent Rezerfordas pirmasis suprato, kad radioaktyviosiose medžiagose vyksta savaiminis vienų elementų atomų virsmas kitų elementų atomais.

Vis dėlto bendradarbių būdo skirtumai juos išskyrė. 1903 m. F. Sodis išvyko į Glazgo universitetą Anglijoje ir nuo tol dirbo atskirai (jis suformulavo izotopo sąvoką, nustatė radioaktyviųjų skilimų taisyklę), nors vėliau nutolo nuo branduolio fizikos, tapo ekonomistu, žurnalistu ir rašytoju. Senatvėje Sodis netgi mėgino atradimus, padarytus kartu su Rezerfordu, priskirti sau vienam.

Rezerfordas irgi neilgai ištvėrė Kanadoje. Jam trūko bendravimo su žymiais savo srities specialistais, dirbusiais Vakarų Europos šalyse. Anglijoje jis tikėjosi lengviau prisivilioti į savo grupę jaunų talentų iš geriausių senojo žemyno universitetų. Tad 1907 m. Rezerfordas priėmė Mančesterio universiteto kvietimą ir su žmona bei šešiamete dukra išplaukė iš Kanados į Angliją. Tuo metu jis buvo 37-erių, nors atrodė jaunesnis, kupinas energijos, linksmas ir labiau priminė sportininką ar fermerį nei mokslininką, per dienas leidžiantį laiką laboratorijoje.

Rezerfordo lūkesčiai pasitvirtino — Mančesteryje jam greit pavyko sutelkti jaunų ir gabių bendradarbių grupę, o 1908 m. iš Vienos mokslų akademijos gauta 0,4 g radžio, kurį buvo galima naudoti kaip radioaktyviųjų spindulių šaltinį. Tais pačiais metais Rezerfordui už Kanadoje atliktus radioaktyviųjų elementų tyrimus buvo suteikta Nobelio chemijos premija, nors pagrindiniai jo atradimai dar tik brendo.

E. Rezerfordui kartu su savo bendradarbiais H. Geigeriu ir T. Roidsu pavyko atskleisti jo paties atrastų alfa spindulių prigimtį. Tai pasirodė esą dvikrūviai helio jonai. Rezerfordas suprato, kad tos gana masyvios, iš atomų dideliu greičiu išlekiančios dalelės gali būti panaudotos kaip sviediniai kitiems atomams apšaudyti ir jų savybėms tirti. Pasirodė, kad atskiras tokias daleles įmanoma stebėti: pataikiusios į fluorescuojančios medžiagos ekraną, jos sukeldavo žybtelėjimus. Pripratinus akis prie tamsos, buvo galima įžiūrėti atskirus žybsnius, taigi ir skaičiuoti daleles, lekiančias viena ar kita kryptimi. Aišku, akys greit nuvargdavo ir tekdavo daryti pertrauką. Vėliau Geigeris apskaičiavo, kad per įvairius eksperimentus jam teko užregistruoti apię milijoną alfa dalelių.

1909 m. E. Rezerfordas pavedė jaunam bendradarbiui E. Marsdenui atlikti tokį bandymą: veikiant alfa dalelėmis ploną aukso foliją, stebėti, ar kai kurios dalelės neatšoka nuo jos atgal. Pats Rezerfordas teigiamo rezultato nelaukė. Juk, pagal jo mokytojo Tomsono pasiūlytą modelį, atomas buvo įsivaizduojamas kaip teigiamojo krūvio debesėlis, kuriame plaukioja daug lengvų elektronų, taigi masyvi alfa dalelė turėjo lengvai pralėkti pro tokį atomą. Kai Marsdenas pranešė aptikęs atšokančias atgal alfa daleles, Rezerfordas tuo nenorėjo tikėti, prašė keletą kartų patikrinti bandymą, tačiau rezultatas pasitvirtino. Tai liudijo, kad atomas turi masyvų branduolį. Rezerfordas matematiškai aprašė, kaip alfa daleles sklaido atomas, sudarytas iš mažo, bet beveik visą atomo masę sutelkusio branduolio, turinčio teigiamą krūvį, ir jį supančių elektronų. Tas modelis buvo kruopščiai patikrintas eksperimentais, ir tik tada (1911 m.) Rezerfordas paskelbė apie atomo struktūros atradimą. Jo atsargumą lėmė tai, kad siūlomas modelis prieštaravo elektromagnetizmo teorijai: anot jos, besisukantys aplink atomo branduolį elektronai turėjo spinduliuoti elektromagnetines bangas ir, netekdami energijos, nukristi ant branduolio. O juk daugelis atomų yra stabilūs. Šį paradoksą netrukus išsprendė pas Rezerfordą atvykęs jaunas danų teoretikas N. Boras; apie tai rašoma jo biografijoje. Remdamasis savo ir kitų mokslininkų tyrimais, E. Rezerfordas vėliau padarė išvadą, kad atomo branduolio krūvis lygus elemento numeriui periodinėje sistemoje. Taip šis skaičius įgijo svarbią fizikinę prasmę.

Pirmojo pasaulinio karo metais Rezerfordo grupė iširo: daugelis jo bendradarbių buvo pašaukti į kariuomenę, fronte žuvo talentingas fizikas H. Mozlis, į nelaisvę pakliuvo būsimasis neutrono atradėjas Dž. Čadvikas. Pats Rezerfordas turėjo vykdyti karinius užsakymus — nagrinėjo būdus, kaip aptikti vokiečių povandeninius laivus pagal jų skleidžiamus garsus. Tuo tikslu prie jo laboratorijos buvo įrengtas specialus baseinas. Vis dėlto Rezerfordas su vieninteliu pagalbininku V. Kėjumi atkakliai tęsė ir atomo branduolio tyrimus. Naudodamiesi alfa dalelėmis, jie bandė „įsilaužti į branduolio vidų". Pagaliau 1919 m. Rezerfordo atkaklumą vainikavo sėkmė — jam pavyko sukelti ir stebėti pirmąją dirbtinę branduolinę reakciją. Smogus alfa dalele į azoto atomą, šis virsdavo deguonies atomu. Taigi išsipildė sena alchemikų svajonė vieną cheminį elementą paversti kitu, nors tai pasirodė įmanoma veikiant medžiagą ne filosofiniu akmeniu ar kitomis cheminėmis priemonėmis, o apšaudant jos atomus greitomis dalelėmis. Kartu Rezerfordas padarė dar vieną atradimą — aptiko elementariąją dalelę — protoną, kuris susidarydavo minėtos reakcijos metu drauge su deguonies atomu.

1919 m. Dž. Dž. Tomsonas nutarė pasitraukti į pensiją ir savo įpėdiniu vadovauti Kavendišo laboratorijai pasirinko E. Rezerfordą. Šis sutiko priimti garbingą pasiūlymą ir išvyko dirbti į Kembridžą. Aišku, kartu su juo čia persikėlė ir pagrindinis branduolio tyrimų centras — dalis bendradarbių atvyko iš Mančesterio kartu su Rezerfordu, laboratorijoje ėmė lankytis ir vykdyti tyrimus įvairių šalių branduolio teorijos specialistai.

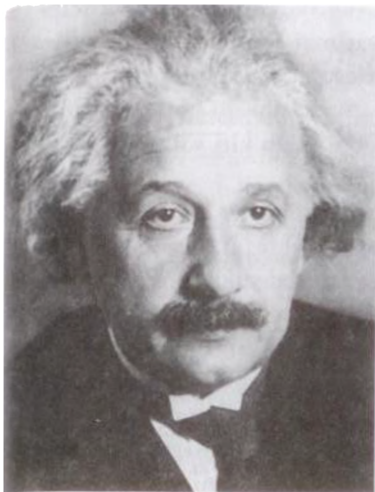
Kembridže Rezerfordas pats jau nebedarė eksperimentų, tačiau liko tikras vadovas, buvo kupinas idėjų, nukreipdavo bendradarbius vienos ar kitos problemos sprendimui, patardavo jiems, kritiškai vertindavo gautus rezultatus. Jis neprisirašinėjo prie laboratorijoje atliktų savarankiškų darbų ir visada pabrėždavo jaunų mokslininkų indėlį, nors, antra vertus, aiškų problemos formulavimą ir pagrindines fizikines išvadas, kurių autorius dažnai būdavo jis pats, laikė ne mažiau svarbiais rezultatais negu eksperimentų vykdymą.

Apie Rezerfordo atvykimą į laboratoriją iš karto sužinodavo visi bendradarbiai — skardus jo balsas sklisdavo po visą pastatą. Balsas stiprėdavo, Rezerfordui sparčiai einant iš kambario į kambarį. Jis nemėgo gilintis į smulkmenas, domėdavosi tik principiniais dalykais ir nesiveldavo į diskusijas — pasakydavo aiškią savo nuomonę, kuri dažniausiai būdavo teisinga, o kitokias idėjas išklausydavo, bet nesiginčydavo, palikdavo pačiam bendradarbiui išsiaiškinti abejones. Iš Rezerfordo intonacijų buvo galima

iš tolo žinoti, kokia jo nuotaika, nes jis nemokėjo slėpti emocijų. Kartais jis būdavo kandus, netgi despotiškas, mėgdavo paburbėti dėl lėtai atliekamų darbų (ne veltui jam prigijo Krokodilo pravardė), tačiau bendradarbiai jį gerbė už atsidavimą mokslui, stebėtiną intuiciją ir žinias, tiesų būdą. Rezerfordo mokiniais save laikė daugelis įvairių šalių mokslininkų, dirbusių su juo Monrealyje, Mančesteryje ir Kembridže.

1925 m. Rezerfordas buvo išrinktas Londono karališkosios draugijos prezidentu, o 1931 m. už nuopelnus mokslui jam buvo suteiktas lordo titulas. Rezerfordai nusipirko keletą akrų žemės Pietų Anglijoje, pasistatė namą, ir mokslininkas vis dažniau leisdavo ten laisvas dienas, naikindamas krūmus ir veisdamas sodą. Keistas sutapimas — toji vietovė buvo vadinama Naująja Zelandija.

1937 m. spalio vidury Rezerfordas, dirbdamas sode, krito galynėdamasis su didele nupjauta šaka. Garsėjęs savo sveikata, jis nenorėjo kviesti gydytojo, o jį kitą dieną pakvietus, mokslininko jau nepavyko išgelbėti. E. Rezerfordas mirė 1937 m. spalio 19 d. ir buvo palaidotas greta I. Niutono bei M. Faradėjaus.



Albertas EINŠTEINAS (1879—1955)

A. EINŠTEINAS — GARSIAUSIAS XX AMŽIAUS FIZIKAS, RELIATYVUMO TEORIJOS KŪRĖJAS, ATSKLEIDĘS NAUJAS LAIKO, ERDVĖS, MASĖS, ENERGIJOS IR KITŲ PAGRINDINIŲ FIZIKOS SĄVOKŲ SAVYBES.

Albertas Einšteinas (A. Einstein) gimė 1879 m. kovo 14 d. senoviniame Pietų Vokietijos mieste Ulme. Jo tėvas turėjo nedidelę elektros prietaisų krautuvę. Jis buvo protingas ir geraširdis, tačiau nelabai energingas, tad prekyba jam ėjosi nekaip. Netrukus po Alberto gimimo šeima persikraustė į Miuncheno priemiestį, kur tėvas kartu su broliu valdė elektros prietaisų dirbtuvę ir krautuvę. Šeimos galva buvo motina, rūpestinga ir atkakli, bet kartais pikta ir net despotiška. Pamačiusi savo pirmagimį labai didele kampuota galva, ji išsigando, kad sūnus nebūtų apsigimęs, tačiau berniukas vystėsi normaliai, tik kalbėti išmoko vėliau negu kiti vaikai. Motina stengėsi, kad Albertas, priešingai negu jo tėvas, išaugtų savarankiškas ir valingas, tad jau 3—4 metų vaikas buvo siunčiamas vaikščioti vienas Miuncheno gatvėmis. Aišku, motina iš tolo jį sekdavo.

Albertas buvo lėtas ir ramus, mėgo žaisti vienas — dažniausiai statydavo iš trinkelių sudėtingas pilis. Penkerių metų sirgdamas jis gavo iš tėvo dovanų kompasą ir labai susidomėjęs stebėjo, kaip jo rodyklė visada atsisuka ta pačia kryptimi. Motina buvo gabi muzikai, todėl lavino ir Albertą. Jis mėgo dainuoti ir pats kūrė daineles.

Septynerių metų Albertas buvo atiduotas į katalikišką pradžios mokyklą. Jis lėtai kalbėjo ir sunkiai įsisavindavo naują informaciją, tad mokytojai jį laikė negabiu, o bendraklasiai neretai erzindavo. Albertas

netapo pirmūnu ir gimnazijoje — nemėgo vokiškos mokyklinės disciplinos, žinių demonstravimo, o sportiniai pratimai jam tiesiog nesisekė. Užtat dvylikametis Einšteinas labai susidomėjęs perskaitė Euklido „Pradmenis". Po metų jam į rankas pateko serija gamtos mokslo populiarinimo knygų, ir jas Albertas perskaitė neatsitraukdamas, kaip kiti vaikai „Robinzoną Kruzą".

Kai A. Einšteinas perėjo į priešpaskutinę gimnazijos klasę, jo tėvai išsikėlė į Šiaurės Italiją, tačiau jaunuolio kartu nesivežė. Jį, nusamdę kambarį, paliko vieną baigti mokyklą. Tai Albertą stipriai sukrėtė. Po pusmečio, neapkęsdamas disciplinos ir bijodamas šaukimo į karinę tarnybą, jis metė mokslą ir išvyko pas tėvus. Pasimokęs savarankiškai, Einšteinas bandė stoti į Šveicarijos federalinę politechnikos mokyklą Ciūriche, tačiau gerai išlaikė tik tiksliųjų mokslų egzaminus ir nebuvo priimtas. Taigi jam teko grįžti į vidurinę mokyklą, bet jau Šveicarijoje, Arau mieste. Po metų antras bandymas įstoti į Politechnikos mokyklą buvo sėkmingas. Einšteinas buvo priimtas į fizikos ir matematikos skyrių, rengusį vidurinių mokyklų mokytojus.

Politechnikos mokykloje Einšteinas irgi nepasižymėjo stropumu, lankė tik kai kurias jam patinkančias paskaitas. Užtat jis daug dirbo savarankiškai, studijavo Bolcmano, Helmholco, Lorenco, Maksvelo ir kitų žymių fizikų veikalus. Didelį įspūdį jam paliko fiziko ir filosofo E. Macho darbai, kritikuojantys klasikinės fizikos pagrindus.

Dvidešimtmetis Einšteinas buvo išvaizdus jaunuolis: maždaug 1,70 m ūgio, taisyklingų bruožų, gana tvirto stoto. Atkreipdavo dėmesį išraiškingos rudos akys, juodi neklusnūs plaukai ir dabitiški ūsiukai. Einšteinas buvo labai savarankiškas, kupinas originalių minčių, sąmojingas ir ironiškas, tad nenuostabu, kad būtent jis atkreipė vienintelės savo kurso merginos serbės Milevos Marič dėmesį. Ji buvo trejais metais vyresnė už Einšteiną, nedidukė, šluba, tačiau protinga ir atkakli. Jie kartu rengdavosi paskaitoms, Einšteinas pasakodavo Milevai savo apmąstymus apie šviesą ir eterį — tos pradinės idėjos vėliau virto specialiąja reliatyvumo teorija. Antra vertus, Mileva padėjo Einšteinui tvarkyti buities reikalus, nes jis neprisiversdavo būti praktiškas ir reguliariai maitintis.

1900 m. vasarą jie laikė baigiamuosius egzaminus. Albertas gavo gerus pažymius, o Mileva — prastesnius, ir jai diplomas nebuvo išduotas. Tačiau ir Einšteinas negavo tikėtos asistento vietos fizikos katedroje. Matyt, neigiamą atsakymą lėmė nepriklausomas ir netgi įžūlus jo elgesys studijų metais, keli konfliktai su dėstytojais. Taigi Milevai teko grįžti pas tėvus, o Albertas bandė ieškoti darbo. Jis siuntinėjo laiškus į Vienos, Leipcigo, Getingeno ir kitų miestų universitetus, tačiau gaudavo neigiamus atsaky-

mus, todėl iš pradžių vertėsi privačiomis pamokomis, o vėliau laikinai pakeitė išvykusį mokytoją vienoje provincijos mokykloje. Mileva bandė laikyti egzaminus antrą kartą, bet ir vėl nesėkmingai. 1902 m. pradžioje ji pagimdė nesantuokinę jųdviejų dukterį. Tuo metu Einšteinas, tarpininkaujant draugo tėvui, pagaliau gavo trečios klasės eksperto vietą Berno patentų biure. Į nesantuokinį vaiką, juo labiau valstybės tarnautojo, tuo metu žiūrėta gana neigiamai, tad greičiausiai Einšteino iniciatyva mergaitė buvo kažkur atiduota ir visi jos pėdsakai dingo (ta Einšteino paslaptis paaiškėjo tik paskelbus išlikusius jo ir Milevos laiškus). 1903 m. pradžioje Albertas ir Mileva susituokė.

Patentų biure Einšteinas turėjo tikrinti išradimų paraiškas. Darbas nebuvo nuobodus, reikalavo įvairių žinių, netgi keldavo minčių, nors mažai siejosi su Einšteino tuo metu sprendžiamomis mokslinėmis problemomis. Biure reikėdavo sėdėti visą darbo dieną — aštuonias valandas, nors galbūt Einšteinas paslapčia dirbdavo ir mokslinį darbą.

Vakarais Einšteinų namuose neretai rinkdavosi draugai: bendrakursis matematikas Konradas Gabichtas bei filosofas Morisas Solovinas. Jie su Einšteinu buvo sudarę trijulę, vadintą „Akademija Olimpija“ ir kartu nagrinėdavo filosofijos, gamtos mokslų bei grožines knygas, diskutuodavo. Einšteinas, kaip pripažintas lyderis, buvo laikomas draugijos prezidentu. Mileva irgi klausydavosi jų pokalbių, bet į diskusijas nesikišdavo. 1904 m. ji pagimdė sūnų Hansą Albertą. Einšteinas taip pat padėdavo prižiūrėti vaiką.

Atrodo, tokiomis sąlygomis buvo neįmanoma intensyviai dirbti mokslinį darbą. Tačiau 1905 metai — patys kūrybingiausi Einšteino gyvenime, „auksiniai“ jo metai. A. Einšteinas ne tik apgynė daktaro disertaciją, bet ir paskelbė keturis straipsnius, kurių kiekvienas buvo labai reikšmingas fizikai. Visus straipsnius atspausdino žinomas fizikos žurnalas „Annalen der Physik“.

Kovo 17 d. Einšteinas užbaigė straipsnį, kuriame buvo iškelta šviesos kvantų hipotezė ir paaiškintas fotoefektas. Palyginti su Planku, Einšteinas žengė didelį žingsnį į priekį — padarė drąsią prielaidą, kad šviesa yra ne tik spinduliuojama bei sugeriama kvantais, bet ir sudaryta iš kvantų, kurie vėliau buvo pavadinti fotonais. Tai įgalino paaiškinti visus pagrindinius fotoefekto dėsningumus, ko nesisekė padaryti remiantis bangine teorija.

Balandžio 30 d. Einšteinas baigė rašyti disertaciją „Naujas molekulių matmenų nustatymo būdas“. Joje išplėtota silpnų tirpalų teorija, kuri įgalino ištirpintos medžiagos molekulės skersmenį išreikšti Avogadro skai-

čiumi bei medžiagos ir tirpalo savybes nusakančiais dydžiais. Disertacija buvo įteikta Ciūricho universitetui ir, gavus dvi teigiamas recenzijas, patvirtinta suteikiant jos autoriui daktaro laipsnį. Praėjus vos vienuolikai dienų po disertacijos užbaigimo, „Annalen der Physik“ redakcija gavo naują Einšteino straipsnį, kuris sudarė jo disertacijos tąsą ir aprašė netvarkingą mažų dulkelių judėjimą skystyje, pirmą kartą stebėtą anglų botaniko R. Brauno ir vadinamą Brauno judėjimu. Einšteinas parodė, kad jį sukelia skysčio molekulių smūgiai. Tai buvo pirmasis betarpiškas molekulių egzistavimo įrodymas.

Birželio pabaigoje redakciją pasiekė didelis trisdešimties puslapių Einšteino rankraštis, kuriame buvo išdėstyta specialioji reliatyvumo teorija, apibūdinanti judėjimą greičiais, artimais šviesos greičiui. Nors kai kurias jos formules anksčiau buvo gavę Lorencas, Puankarė ir kiti fizikai, tačiau Einšteinas pirmasis suformulavo vieningą teoriją ir padarė svarbias fizikines išvadas apie tai, kad erdvės ir laiko savybės bei kūno masė priklauso nuo stebėtojo judėjimo greičio, atmetė hipotezę apie eterio egzistavimą ir kt. Straipsnis neturėjo literatūros sąrašo, kas, matyt, liudijo, kad Einšteinas savarankiškai nuo pradžių sukūrė šią teoriją. Tai pareikalavo tokio jėgų įtempimo, kad jis porai savaičių atgulė; Mileva atidžiai perskaitė straipsnį, patikrino formules ir pasakiusi, kad tai puikus darbas, išsiuntė jį redakcijai. Tačiau po trijų mėnesių Einšteinas parengė dar vieną svarbų, tiesa, nedidelės apimties straipsnį, kuriame įrodė garsųjį energijos ir masės sąryšį $E = mc^2$.

Kaip galima paaiškinti tokį nepaprastą Einšteino, tuo metu buvusio vos 26-erių, kūrybingumą? Visų pirma, tie rezultatai vainikavo jo daugelio metų — nuo studijų laikų — apmąstymus ir ieškojimus. Einšteinas nuolat galvojo apie tai, jo smegenys, matyt, gebėjo lygiagrečiai spręsti įvairias problemas: jam atliekant kitą darbą, šnekantis, nagrinėjant paraiškas patentams, Einšteino sąmonėje ar pasąmonėje vyko kūrybinis procesas. Apie tai liudija ir jo jaunesniojo kolegos atsiminimas, tiesa, atitinkantis vėlesnius metus, kai jau buvo gimęs antrasis sūnus: „Jis sėdėjo savo kabinete, prieš jį buvo sukrauta daugybė lapų, išrašytų formulėmis. Dešine ranka jis rašė, kaire laikė ant kelių jaunesnįjį sūnų ir tuo pat metu atsakinėjo į vyresniojo, žaidžiančio kubeliais, klausimus“.

Kartkartėmis spaudoje atgyja sensacinga, bet mokslo istorikų paneigta hipotezė, kad A. Einšteino 1905 m. darbų, ypač specialiosios reliatyvumo teorijos, pagrindinė autorė buvo jo žmona Mileva. Šios išmonės autoriai remiasi Einšteino ankstesnių metų laiškuose Milevai pasitaikančiais posakiais „mūsų darbas“, jo neva žmonos tėvui pasakytais žodžiais „Už viską,

ką aš padariau, ir ką aš pasiekiau, esu dėkingas Milevai" ir pan. Einšteinas iš tikrųjų aptarinėjo savo idėjas su žmona, ji netgi, kaip fizikė, padėjo jam tikrinti formules, tačiau nei tuo metu, nei vėliau, išsiskyrusi su vyru, neparengė nė vieno mokslinio darbo. Ji, matyt, teikė vyrui ne tiek intelektualią, kiek emocinę paramą, sudarė sąlygas kūrybai, ką jis labai vertino.

Einšteinas tikėjosi klasikinės fizikos šalininkų kritinės, netgi piktos reakcijos į originalius savo rezultatus, tačiau garsūs mokslininkai tiesiog nekreipė dėmesio į nežinomo atradėjo darbus, palaikę juos nepagrįstomis hipotezėmis. M. Plankas nepritarė jo paties iškeltos kvantų idėjos tolesniam plėtojimui, tačiau vienas iš nedaugelio įžvelgė specialiosios reliatyvumo teorijos svarbą. Jo asistentas M. Laujė buvo pirmasis fizikas, atvykęs pas Einšteiną aptarti šios teorijos. Ja susidomėjo ir buvęs Einšteino dėstytojas H. Minkovskis; atsižvelgdamas į nustatytus erdvės ir laiko sąryšius, jis įvedė keturmatę erdvę — erdvėlaikį, kas įgalino suteikti specialiajai reliatyvumo teorijai grakščią matematinę formą. 1908 m. Minkovskis perskaitė apie tai pranešimą Vokietijos gamtos tyrinėtojų suvažiavime ir sukėlė specialistų susidomėjimą šia teorija.

Nekreipdamas dėmesio į vėluojantį pripažinimą, Einšteinas aktyviai dirbo toliau. 1907 m. jam atėjo į galvą, jo paties žodžiais tariant, „pati laimingiausia mintis gyvenime": „Aš sėdėjau Berno patentų biure ir staiga pagalvojau: jeigu žmogus laisvai krinta, tai jis nejaučia savo svorio. Aš buvau sukrėstas. Ši paprasta mintis padarė man didelį įspūdį. Ji pasitarnavo man kaip pradinė paskata gravitacijos teorijai sukurti".

1908 m. Einšteinas buvo priimtas privatdocentu į Berno universitetą, o po metų tapo profesoriumi ir dirbo Ciūricho bei Prahos universitetuose, taip pat Ciūricho politechnikos mokykloje. Jo autoritetas tarp fizikų augo, 1911 m. Einšteinas buvo pakviestas į žymiausių fizikų susitikimą — I Solvės kongresą, kur atkakliai gynė fotonų hipotezę. Kylantis darbų pripažinimas suteikė Einšteinui tikėjimo savo jėgomis ir savąja moksline misija. Antra vertus, atsirado distancija tarp jo ir aplinkinių, netgi artimiausių žmonių. Tuo metu Einšteinas dėjo titaniškas pastangas, kurdamas bendrą gravitacijos teoriją — bendrąją reliatyvumo teoriją. Kadangi eksperimentinių nuorodų, kuriomis paprastai naudojasi fizikai, beveik nebuvo, Einšteinas pasikliovė savo intuicija ir netgi estetiniais „gražios teorijos" kriterijais.

1913 m. M. Plankas ir V. Nernstas atvyko į Ciūrichą, kviesdami Einšteiną vadovauti katedrai Berlyno universitete. Jie žadėjo suteikti jam visišką laisvę, netgi nereikalavo skaityti paskaitų. Einšteinas atsakė jam

įprastu originaliu būdu — pasiūlė jiems pasižvalgyti po Ciūricho apylinkes, o jam leisti pagalvoti; jei sprendimas bus teigiamas, jis sutiksiąs juos stotyje, mojuodamas balta nosine, ką Einšteinas ir padarė. Jo sutikimą lėmė ne tik pasiūlytos puikios sąlygos mokslinei kūrybai, bet ir susižavėjimas savo pussesere Elze, gyvenusia Berlyne. Tuo tarpu Einšteino santykiai su Mileva blogėjo; nors ji su vaikais atvyko į Berlyną, tačiau čia išbuvo neilgai ir visam laikui grįžo į Ciūrichą.

Karo metais Einšteinas buvo vienas iš nedaugelio mokslininkų, išdrįsusių atvirai smerkti karą. Jis sugebėjo atsiriboti nuo jį supusių tragiškų įvykių ir po ilgų paieškų 1916 m. pagaliau baigė formuluoti bendrąją reliatyvumo teoriją. Pagrindinė jos idėja buvo ta, kad materialieji kūnai iškreipia juos supančią erdvę ir savo aplinkoje keičia laiko tėkmę, o visuotinė trauka yra to erdvės kreivumo rezultatas.

Vainikavęs aštuonetą metų trukusius ieškojimus, Einšteinas savaitę buvo apimtas ekstazės, tačiau greit vėl ėmėsi darbo. 1917 metais, remdamasis bendrąja reliatyvumo teorija, jis pradėjo kurti kosmologiją — mokslą apie Visatą. Nuo amžių pasaulis atrodė esąs amžinas ir nekintamas, o iš Einšteino lygčių išplaukė, kad Visata, veikiama visuotinės traukos jėgos, turi keistis. Nedrįsdamas atsisakyti įsigalėjusios nuomonės, jis pridėjo nežinomą stūmos jėgą ir sukūrė nekintančios, bet uždaros — dėl erdvės kreivumo — Visatos modelį. Jis nežinojo, kad tuo metu astronomai jau buvo gavę duomenų, jog tolimi kosminiai objektai tolsta nuo mūsų, kas liudijo apie Visatos plėtimąsi. Lygčių sprendinius, aprašančius kintančią Visatą, po kelerių metų surado rusų matematikas A. Fridmanas.

Bendroji reliatyvumo teorija buvo pripažinta 1919 m., kai pasitvirtino jos numatyta išvada, kad žvaigždės spindulys užlinksta eidamas pro Saulę. Tai nustatė anglų astronomai visiško Saulės užtemimo metu. Šia teorija bei jos kūrėju susidomėjo žurnalistai. Vietoj sauso standartinio mokslininko jie aptiko įdomią asmenybę, nepaisančią įprastų elgesio normų, kupiną sąmojo ir ironijos, įvairiais klausimais turinčią savo originalią nuomonę. Nors Einšteino teoriją mažai kas suprato, bet kreiva erdvė bei iškrypęs spindulys veikė vaizduotę ir kėlė žavėjimąsi. Tad 1920 m. A. Einšteinas staiga tapo pasaulio garsenybe. Aišku, kartu atsirado pavyduolių ir priešų. Antisemitai bei šovinistai, nepamiršę antikarinių Einšteino pasisakymų, pradėjo mokslininko šmeižto ir persekiojimo kampaniją.

Tiek nuo gerbėjų, tiek nuo priešų Einšteiną aktyviai saugojo antroji jo žmona Elzė, su kuria jis susituokė 1919 m. Už sutikimą skirtis Einšteinas savo pirmajai žmonai ir sūnums pažadėjo atiduoti būsimąją Nobe-

lio premiją. Tą pažadą jis ištesėjo 1922 m., kai premija iš tikrųjų jam buvo paskirta, tiesa, ne už sensacingąją reliatyvumo teoriją (Nobelio komiteto nariai ją palaikė dar nepakankamai patikrinta), o už fotoefekto paaiškinimą.

Trečiojo dešimtmečio viduryje grupė jaunų talentingų fizikų, vadovaujama N. Boro, sukūrė kvantinę mechaniką. Einšteinas prie šios intelektualinės atakos beveik neprisidėjo — jis tik pateikdavo kritinių pastabų, ypač kai buvo pasiūlyta atsisakyti griežto mikrodalelių judėjimo aprašymo ir apsiriboti tikimybių nustatymu. Einšteinas niekaip nenorėjo sutikti, kad mikropasaulyje neįmanomas tikslus žinojimas, ir prigalvodavo įvairių naujos teorijos paradoksų, kuriuos Boras bandydavo paneigti.

Tuo metu Einšteinas visas jėgas skyrė grandiozinei problemai — bendrosios lauko teorijos, vienijančios dvi tuo metu žinomas fundamentines sąveikas (gravitacinę ir elektromagnetinę), kūrimui. Tai tapo viso likusio jo gyvenimo pagrindiniu tikslu.

Einšteinas nusipirko žemės sklypą Berlyno apylinkėje prie ežero, ir jo žmonos rūpesčiu čia buvo pastatytas namas. Mokslininkui buvo įrengtas atskiras kabinetas, į jį neturėjo teisės įeiti net jo žmona, tik kartą per savaitę, jam nesant, tarnaitė nuvalydavo dulkes. Turtingi Einšteino draugai susidėję padovanojo jam jachtą, ir jis laisvalaikį leisdavo vienas ar su artimu pažįstamu, plaukiodamas jachta.

Ketvirtojo dešimtmečio pradžioje Vokietijoje ėmė aktyviai reikštis nacionalsocialistų partija, prasidėjo žydų mokslininkų persekiojimas. 1933 m., kai Hitlerio šalininkai paėmė valdžią, Einšteinas su žmona viešėjo JAV. Jis nebegrįžo į Vokietiją ir tų metų rudenį pradėjo dirbti Prinstono perspektyviųjų tyrimų institute. Ši mokslo įstaiga buvo įkurta mažame universitetiniame miestelyje Niū Džersio valstijoje. Siekiant sudaryti garsiausiems mokslininkams idealias darbo sąlygas, iš jų nebuvo reikalaujama jokių planų ar konkrečių rezultatų. Einšteinas gyveno savitą, gana uždarą gyvenimą, vengė jį persekiojusių žurnalistų ir gerbėjų. Jis atkakliai kūrė bendrąją lauko teoriją, kelis kartus buvo patikėjęs sėkme, bet, deja, tikslas liko nepasiektas, problema pasirodė esanti per daug sudėtinga, neįveikiama to meto mokslo priemonėmis. Tuo tarpu nuo kitų svarbių fizikos problemų Einšteinas nutolo. Tiesa, būtent jo iniciatyva JAV buvo pradėti atominės bombos kūrimo darbai, tačiau tai įžymusis mokslininkas padarė įkalbėtas savo kolegų ir vėliau gailėjosi to žingsnio.

Einšteinas reguliariai rėmė savo pirmąją žmoną ir vaikus. Jo santykiai su sūnumis buvo gana sudėtingi. Einšteinas jais nuoširdžiai rūpinosi, bet kartu ir slėgė savo autoritetu bei dvasiniu uždarumu. Vyresnysis sūnus

Hansas Albertas tapo inžinieriumi hidrologu, vėliau emigravo į JAV, dirbo profesoriumi Berklio universitete, garsėjo kaip puikus savo srities specialistas. Vis dėlto genijaus kibirkštį iš tėvo paveldėjo jaunesnysis sūnus Eduardas, kuris išsiskyrė ypatingais gabumais, tiesa, humanitariniams mokslams, bet studijų metais susirgo šizofrenija ir didžiąją gyvenimo dalį praleido ligoninėje.

Gyvendamas JAV, Einšteinas nemėgo savo pirmosios tėvynės Vokietijos, visus vokiečius laikė kaltais dėl fašizmo piktadarybių, tačiau jis nepriėmė ir amerikietiško gyvenimo būdo, čia paplitusio pragmatizmo bei klestinčio žmogaus kulto. Savo dvasine tėvyne Einšteinas laikė Izraelį. Jam buvo siūlyta tapti Izraelio prezidentu, bet jis tos garbės atsisakė.

Gyvenimo pabaigoje Einšteinas tapo gyvu klasiku, XX a. mokslo simboliu, net savo išvaizda priminė Senojo testamento pranašą. Anot vienos iš legendų, kažkoks automobilistas, atvažiavęs į Prinstoną ir pamatęs gatve einantį gyvą Einšteiną, iš netikėtumo įsirėžė į medį.

1948 m. Einšteinui prasidėjo širdies aortos liga, reikėjo daryti operaciją, bet jis atsisakė. Einšteinas mirė ligoninėje 1955 m. balandžio 18 d. Laidotuvėse dalyvavo tik dvylika artimiausių žmonių. Pildant testamento sąlygas, kūnas buvo sudegintas, o pelenai išbarstyti nežinomoje vietoje.



Nilsas BORAS (1885—1962)

VIENAS IŠ DIDŽIAUSIŲ XX AMŽIAUS FIZIKOS ATRADIMŲ — KVANTINĖS MECHANIKOS SUKŪRIMAS. ŠIAI KŪRYBINEI ATAKAI VADOVAVO N. BORAS.

Nilsas Boras (N. Bohr) buvo trečiasis profesorius giminėje, kaip ir jo senelis bei tėvas. Tėvas buvo žymus fiziologas, vadovavęs Kopenhagos universiteto katedrai. Jis vedė savo studentę, bankininko dukterį. Pirmoji jiems gimė duktė, po to — du sūnūs: 1885 m. spalio 7 d. — Nilsas ir dar po dvejų metų — Haraldas. Tėvas daug laiko skyrė vaikų auklėjimui, diegė sūnums ne tik žmogiškąsias ir kultūrines vertybes, bet ir pomėgį sportuoti (žiemą — čiuožti ir slidinėti, vasarą — žaisti futbolą bei kitus žaidimus). Borų namuose rinkdavosi mokslininkai bei menininkai, ir vaikams buvo leidžiama klausytis suaugusiųjų pokalbių.

Nilsas ir Haraldas augo labai prisirišę vienas prie kito, tad buvo nuliūdę, kad dėl amžiaus skirtumo negali mokytis kartu. Tiesa, jų charakteriai skyrėsi: Nilsas buvo lėtesnis, o Haraldas — judresnis, greitesnės orientacijos, todėl buvo laikomas gabesniu. Nilsas mokėsi stropiai, įsigilindamas į nagrinėjamus klausimus, ypač jam sekėsi fizika ir matematika. Taigi jis anksti nesvyruodamas pasirinko savo būsimąją specialybę — fiziką. 1903 m. Nilsas įstojo į Kopenhagos universitetą, o vėliau čia ėmė studijuoti ir Haraldas, tik matematiką, ir vėl jie buvo artimiausi draugai. Greta mokslo abu Borai žavėjosi futbolu, tapo žinomais žaidėjais, netgi buvo kviečiami į Danijos nacionalinę rinktinę: Nilsas — tik atsarginiu vartininku, o Haraldas, kaip vienas geriausių saugų, dalyvavo olimpinėse žaidynėse, kur su komanda laimėjo sidabro medalį.

Universitete atsiskleidė N. Boro moksliniai gabumai. Dėstytojams jis tapo „sunkiu“ studentu, užduodančiu keblius klausimus. Būdamas trečiajame kurse, jis dalyvavo Danijos karališkosios draugijos paskelbtame konkurse, kurio tema „Skysčio srovės svyravimai ir jų priklausomybė nuo paviršiaus įtempimo“. Boras išplėtojo šio reiškinio teoriją, anksčiau pasiūlytą Dž. Reilio, bet, dirbdamas nuodugniai, išvadas spėjo patikrinti eksperimentais tik su vienu skysčiu — vandeniu. Vis dėlto jis buvo apdovanotas aukso medaliu, o darbas atspausdintas Londono karališkosios draugijos žurnale.

Magistro darbe ir daktaro disertacijoje Boras nagrinėjo metalų elektrinį ir šiluminį laidumą. Čia jis rėmėsi klasikine Lorenco elektronine teorija, bet nurodė, kad ji yra nepakankama kai kurioms problemoms spręsti. 1911 m. Boras disertaciją apsigynė. Procedūra truko labai trumpai ir buvo neįdomi, nes oponentai vieningai gyrė darbą. Posėdyje dalyvavo ir N. Boro draugė studentė Margaret, kuri netrukus tapo jo sužadėtine. Beje, Haraldas, rengdamasis moksliniam darbui, ne tik pavijo, bet ir pralenkė Nilsą — jis daktaro disertaciją apsigynė anksčiau.

Perspektyvus jaunasis fizikas gavo stipendiją metams stažuotis Anglijoje. N. Boras pasirinko Kavendišo laboratoriją, vadovaujamą elektrono atradėjo Dž. Dž. Tomsono. Kadangi Boro disertacija buvo parašyta daniškai, jis specialiai Tomsonui išvertė ją į anglų kalbą. Tačiau šis, deja, taip ir nerado laiko perskaityti tą storą rankraštį. Tomsonas buvo klasikinės fizikos šalininkas ir jam nepatiko kai kurie kritiški Boro pasisakymai apie fizikos krizę, tad jųdviejų santykiai nesusiklostė.

Nuvykęs į Mančesterį pas tėvo draugą, N. Boras susipažino su E. Rezerfordu, ką tik atradusiu atomo branduolį. Atradimas sudomino Borą, ir jis nesunkiai gavo Tomsono leidimą pereiti stažuotis į Rezerfordo laboratoriją. Susipažinęs su radioaktyvumo tyrimais ir planetiniu atomo modeliu, Boras pirmasis ėmė kelti drąsią idėją, kad branduolio krūvis yra lygus atomo eilės numeriui, ir anksčiau už Sodį suformulavo šio numerio pokyčio taisykles alfa ir beta skilimams. Tačiau Rezerfordas jį atkalbėjo skelbti šias hipotezes, teigdamas, kad reikia sukaupti daugiau eksperimentinių duomenų ir tik tada daryti išvadas.

1912 m. rudenį N. Boras grįžo į Kopenhagą ir susituokė su Margaret. Medaus mėnesį jie planavo praleisti Norvegijoje, tačiau Borui nedavė ramybės atomo modelis, tad jaunavedžiai išvyko į Angliją. Savaitei jie apsistojo Kembridže, kur Boras baigė rašyti straipsnį apie alfa dalelių sąveiką su atomais. Kad žmona nenuobodžiautų, tą straipsnį Boras

diktavo jai. Toks rašymo būdas vėliau Borui tapo įprastas — jis diktuodavo žmonai, bendradarbiams, sūnums. Tai leisdavo jam atsidėti savo mintims, be to, Boras turėjo įprotį rašydamas rūkyti pypkę.

Paskui jaunavedžiai aplankė E. Rezerfordą ir dvi savaites keliavo po Škotiją. Būtent tuo metu Boras priėjo išvadą, kad tik Planko bei Einšteino iškelta kvanto hipotezė gali paaiškinti atomo stabilumą ir padėti aprašyti elektronų orbitas atome.

Grįžęs į Kopenhagą, Boras pradėjo dirbti privatdocentu universitete. Jis bandė įspėti kvanto vaidmenį atome, tačiau niekaip nerado atramos taško, kuris nurodytų ieškojimų kryptį. Kolega M. Hanzenas patarė Borui atkreipti dėmesį į dar XIX a. J. Balmerio išvestą empirinę formulę, apibūdinančią vandenilio spektrinių linijų išsidėstymą. Ligi tol Boras kažkaip liko nesusipažinęs su elementų spektrais, tad ėmė juos studijuoti ir iš karto suprato atradęs ieškomą atramą.

1913 m. pradžioje Boras pradėjo rašyti straipsnį apie elektrono judėjimą atomo branduolio lauke. Jis suformulavo dvi taisykles, vėliau imtas vadinti Boro postulatais. Anot vienos iš jų, atome egzistuoja pastovios orbitos, kuriomis judėdami elektronai nekeičia savo energijos ir nespinduliuoja. Antra taisyklė teigia, kad elektronas, peršokdamas iš vienos tokios orbitos į kitą, išspinduliuoja fotoną, kurio energija lygi elektrono energijų pradinėje ir galinėje orbitoje skirtumui. Remdamasis tais postulatais ir derindamas juos su klasikine dalelės sukimosi teorija, Boras gavo elektrono, judančio vandenilio atome, energijos išraiškas ir Balmerio formulę, nusakančią spinduliuojamos šviesos dažnį. Straipsnio apimtis labai padidėjo, todėl Boras nutarė rašyti kelis straipsnius. Užbaigęs pirmąjį, jis iš karto pasiuntė jį E. Rezerfordui. Šis labai susidomėjo rezultatais, nors nurodė ir argumentavimo trūkumus, o ilgus išvedžiojimus siūlė trumpinti. Boras išskubėjo pas Rezerfordą į Mančesterį ir ilgai ginčydamasis iššikovojo, kad straipsnis būtų spausdinamas iš esmės nepakeistas. Netrukus buvo parašytas ir antrasis straipsnis apie elektronų orbitas atomuose bei trečiasis — apie molekulių modelius (pastarieji buvo dar per ankstyvi ir, deja, nepasitvirtino).

Boro straipsniai atkreipė fizikų dėmesį. Antai Britanijos asociacijos mokslui plėtoti posėdis, kuriame dalyvavo daug žymių fizikų, virto Boro rezultatų aptarimu. Naujosios fizikos šalininkams, dar sudariusiems mažumą, jie suteikė tikrą džiaugsmą. Tačiau ir kai kurie klasikinės fizikos autoritetai pripažino, kad už tų formulių, puikiai sutampančių su eksperimentų rezultatais, slypi kažkas svarbaus, nors ir kritikavo Borą už nepakankamą savo teiginių pagrindimą bei teorijos prieštaringumą.

Deja, Boro teorija tiko tik paprasčiausiam vandenilio atomui ar jonams, turintiems vieną elektroną, ir negalėjo paaiškinti sudėtingų atomų spektrų. Ji nebuvo nuosekli, nes vienu metu rėmėsi ir kvantinėmis, ir klasikinėmis idėjomis. Tačiau didžiulė šios teorijos reikšmė buvo ta, kad ji nurodė ieškojimų kryptį, atskleidė šviesą gale tunelio, vedančio iš to meto fizikos krizės naujosios fizikos link.

Paskui maždaug dešimtmetį buvo žvalgomi būdai griežtai kvantinei teorijai sukurti. Pagrindiniu tų paieškų vedliu tapo N. Boras. 1918 m. jis suformulavo atotykio principą, teigiantį, kad, sužadinant elektroną į vis aukštesnes orbitas, kvanto reikšmė turi mažėti ir kvantiniai dėsniai pereiti į klasikinius.

1921 m. Borui Kopenhagoje buvo pastatytas Teorinės fizikos institutas. Čia mokslininkas subūrė ne tik savo šalies, bet ir įvairių užsienio šalių jaunus talentus, kurie plėtojo atomo ir jo branduolio fiziką. Užsieniečiai atvažiuodavo kas kelioms dienoms, kas semestrui ar net metams ir ilgiau. Boras vienodai vertino įvairių tautybių, rasių bei religijų žmones. Pagrindinis jo kriterijus buvo toks: ar žmogus turi idėjų? Boras puikiai vadovavo tokiam kolektyvui, sukūrė institute labai draugišką, kūrybingą atmosferą. Pagrindinis jo metodas naujoms mokslo tiesoms aiškinti buvo kaip Sokrato — diskutuoti ir ginčytis. Per seminarus ar kalbėdamasis su svečiu Boras labai geranoriškai įvertindavo jo rezultatus, taikliomis pastabomis bei klausimais padėdavo jam pačiam įžvelgti savo darbo trūkumus, patardavo. Diskusijos tęsdavosi ir vakarais Boro namuose, kur fizikus svetingai sutikdavo jo žmona.

1922 m. Boras, remdamasis spektrų tyrimais, išsiaiškino, kaip atomuose užsipildo elektronų sluoksniai (orbitų grupės), ir susiejo periodinės elementų sistemos ypatybes su atomų sandara. Apie tai jis tų metų vasarą Getingene perpildytoje salėje perskaitė septynių paskaitų ciklą, kuris buvo pavadintas „Boro festivaliu". Tarp kitų dalyvių Boro paskaitų klausė dvidešimtmetis studentas V. Heizenbergas ir trejais metais už jį vyresnis, bet jau savimi pasitikintis daktaras V. Paulis. Jie užsikrėtė Boro entuziazmu ir idėjomis, tad panoro atvykti į jo institutą stažuotėn.

Tų pačių metų pabaigoje „už nuopelnus tiriant atomų struktūrą ir jų spinduliavimą" Borui buvo įteikta Nobelio premija. Tiesa, vykdamas į Stokholmą, jis vietoj paskaitos teksto pasiėmė kitus užrašus, todėl jam teko improvizuoti, o tai Borui sekdavosi geriau, negu kalbėti pasirengus.

Premijos įteikimo metais gimė ketvirtasis Borų sūnus Ogė, kuriam buvo lemta pratęsti tėvo fizikos darbus ir taip pat tapti Nobelio premijos laureatu. Dar po dvejų metų gimė paskutinis sūnus. Jiems Boras skyrė

daug laiko, kartu iškylavo, lankė meno parodas, garsiai skaitė knygas. Sūnums tėvas buvo neginčijamas autoritetas ir patarėjas įvairiais gyvenimo klausimais. 1924 m. Borai Tisvilyje, už penkiasdešimties kilometrų nuo Kopenhagos, nusipirko namą. Jis stovėjo ant apželdintos kopos prie Zundo sąsiaurio. Čia šeima ne tik vasarodavo, bet atvažiuodavo ir žiemą slidinėti ar bet kokiu metų laiku pabūti gamtoje.

Netrukus po „Boro festivalio" jo sujudintoje atomo fizikoje prasidėjo lemiamų atradimų laikotarpis. 1923 m. prancūzas L. de Broilis iškėlė idėją, kad ir bangų, ir dalelių savybės būdingos ne tik šviesai, bet ir kitoms mikrodalelėms, tarp jų elektronams; tai buvo patvirtinta eksperimentais. 1924 m. po ilgų diskusijų su Boru V. Paulis suformulavo vadinamąjį Paulio draudimo principą, dar vieną elektronų „elgsenos" taisyklę. 1925 m. S. Gaudsmitas ir Dž. Ūlenbekas postulavo naują kvantinę elektrono savybę — sukinį, neturintį klasikinio atitikmens.

Boro institutas tapo pripažinta „atomo teorijos sostine". Čia formavosi naujos idėjos, atvykdavo mokslininkai iš kitų centrų aptarti savo rezultatų. Metus viešėjęs V. Paulis, o trejus metus — V. Heizenbergas įkaitino kūrybinę atmosferą. Būtent V. Heizenbergas vainikavo tuos kolektyvinius ieškojimus — suformulavo kvantinės mechanikos nuoseklų variantą, vadinamąją matricinę mechaniką. Tuo metu Ciūriche austrų fizikas E. Šrėdingeris, remdamasis de Broilio bangos-dalelės idėja, išplėtojo antrąjį teorijos variantą — bangų mechaniką (netrukus jis pats įrodė, kad abu tie variantai yra ekvivalentūs). Kai Šrėdingeris atvyko į Kopenhagą papasakoti apie savo rezultatus, Boras ir jo mokiniai taip apibėrė atradėją klausimais, kad šis net susirgo. Tačiau net ir tada Boras jam nedavė ramybės — rytą atėjęs prie lovos žadindavo: „Bet, Šrėdingeri, jūs vis dėlto turite pripažinti..."

1926 m. V. Heizenbergas suformulavo dar vieną svarbų naujosios teorijos principą — neapibrėžtumo principą, teigiantį, kad apie mikrodalelių judėjimą jokiais būdais negalima gauti išsamios informacijos; visada lieka tam tikras neapibrėžtumas. Tuo remdamiesi, Boras ir Heizenbergas išplėtojo kvantinės mechanikos aiškinimą, vadinamą Kopenhagos interpretacija. Anot jos, mikropasaulyje negalioja griežtas priežastingumas ir įmanoma žinoti tik įvykių tikimybes. Tą interpretaciją vainikavo Boro papildomumo principas, tvirtinantis, kad priešingi mikrodalelių įvaizdžiai, išplaukiantys iš skirtingų eksperimentų — kaip dalelių ir kaip bangų, — ne prieštarauja vienas kitam, o papildo vienas kitą.

1927 m. kvantinė mechanika ir jos interpretacija buvo aptartos V Solvės kongrese. Kvantinės mechanikos formulėmis, pateikiančiomis teisingus rezultatus, niekas neabejojo, tuo tarpu dėl jų aiškinimo kilo

dideli ginčai. Ypač atkakliai už griežtą priežastingumą kovojo A. Einšteinas. Jis sugalvodavo įvairių mintinių eksperimentų su mikrodalelėmis, tarsi įgalinančių gauti išsamią informaciją. Boras juos kruopščiai nagrinėdavo, kartais net per naktį, ir pateikdavo kitokį aiškinimą. Tie ginčai nė kiek negadino jų draugiškų santykių.

Vėliau Boras stengėsi apibendrinti papildomumo principą kaip bendrą filosofinį principą, taikyti jį ne tik fizikoje, bet ir biologijoje, tačiau pritarimo nesulaukė. Tuo tarpu jo formuluotą kvantinės mechanikos interpretaciją šiuo metu pripažįsta dauguma fizikų. 1932 m. Borui, kaip garbingiausiam Danijos piliečiui, buvo paskirti Karlsbergo rūmai su priėmimų sale ir dideliu sodu; Boras ir jo šeima čia negreit apsiprato. Šalia Teorinės fizikos instituto buvo pastatytas Matematikos institutas, kurio direktoriumi tapo Haraldas Boras. Pastatai buvo sujungti dengtu praėjimu, tad broliai galėjo nuolat bendrauti vienas su kitu. Deja, tais metais Borą sukrėtė asmeninė nelaimė — banga nuo jachtos denio nuplovė jo vyriausiąjį devyniolikmetį sūnų, ir jo nepavyko surasti.

Boro moksliniai interesai vis labiau krypo į atomo branduolio fiziką, jo institute buvo atliekami ne tik teoriniai, bet ir eksperimentiniai branduolio tyrimai. Boro 50-mečio proga jam buvo padovanota 0,6 g radžio — pinigus sudėjo daugelis organizacijų ir atskirų žmonių. 1936—1937 m. institute pradėjo veikti net du elementariųjų dalelių greitintuvai. 1939 m. atradus urano dalijimosi reakciją ir O. Frišui bei L. Meitner ją paaiškinus, pirmajam apie tai buvo pranešta N. Borui. Šis išplėtojo tos reakcijos teoriją, nustatė, kad dalijasi tik urano izotopas ^{235}U, kurio gamtiniame urane yra labai mažai. Įrodęs, kad yra galima grandininė urano dalijimosi reakcija, Boras skeptiškai vertino atominės bombos sukūrimo galimybę, nes tam reikėjo sukaupti didelį kiekį reto urano izotopo.

1940 m. pavasarį Vokietija okupavo Daniją. Boras buvo įtrauktas į priešiškų, sekamų asmenų sąrašus, nes neslėpė savo antifašistinių pažiūrų ir padėdavo žydų mokslininkams bėgti iš Vokietijos bei įsidarbinti kituose kraštuose. 1943 m. Boras buvo įspėtas, kad okupacinė valdžia ketina jį suimti ir išvežti į Vokietiją. Danijos pasipriešinimo dalyviai slapta perkėlė Borą ir jo žmoną, o vėliau ir sūnus žvejų laivu į Švediją. Netrukus mokslininkas nedideliu bombonešiu buvo išgabentas į Angliją; jam teko sėdėti bombų skyriuje. Lėktuvui pakilus kaip galima aukščiau, kad nepastebėtų priešo lėktuvai, lakūnas telefonu liepė Borui įsijungti deguonies aparatą. Tačiau jis neišgirdo šio nurodymo ir dėl deguonies trūkumo neteko sąmonės. Vis dėlto skrydis baigėsi laimingai, o paskui Boras jau įprastiniu keleiviniu lėktuvu išskrido į JAV. Čia, slaptame Los Alamo moksliniame centre, jau vyko atominės bombos kūrimo darbai, buvo

sutelkta daug žymių fizikų, tiek amerikiečių, tiek emigrantų iš Europos — buvo stengiamasi bombą sukurti anksčiau nei hitlerinėje Vokietijoje. Boras prisijungė prie tos grupės. Slaptumo sumetimais jis turėjo vadintis Nikola Beikeriu, tačiau jį pažįstantiems fizikams tiesiog neapsiversdavo liežuvis šaukti Borą Beikeriu, todėl jį vadindavo dėde Niku. Vienų grupių dalyviai nežinojo, ką dirba kiti, bet Borui buvo leista žinoti viską — jis turėjo sekti darbų visumą, kad kas nors svarbaus nebūtų praleista ar užmiršta. Kalbėdamasis su mokslininkais, atskirtais nuo šeimos ir tėvynės, Boras atlikdavo ir psichologo vaidmenį — paguosdavo ir sustiprindavo žmones.

Baigiant gaminti bombas, paaiškėjo, kad Vokietija tokio ginklo neturi. Karo baigtis jau buvo nulemta, ir Boras dėjo daug pastangų, kad atominis ginklas nebūtų panaudotas. Deja, politikai jau nebuvo linkę klausyti mokslininkų, ypač kitaip galvojančių.

Po karo grįžęs į Daniją, Boras rado savo institutą beveik nenukentėjusį. Kaip ir senais laikais, į darbą jis atvyko dviračiu. Darbuotojai jį pasitiko prie įėjimo, iškėlę vėliavą, ir įteikė instituto raktus. Boras plėtė institutą, statė naujus jo korpusus. Jis turėjo ir platesnių užmojų — organizuoti tarptautinį fizikų bendradarbiavimą. 1951 m. Karlsbergo rūmuose pas Borą susitikus buvusiems jo instituto darbuotojams kilo mintis įsteigti CERN'ą — Tarptautinį branduolinių tyrimų centrą. Šį projektą parėmė 14 Europos šalių, ir po metų, Borui vadovaujant, šis centras buvo įkurtas prie Teorinės fizikos instituto. Tik po 5 metų CERN'as išsikėlė į Ženevą, kur veikia ir dabar. Vėliau Boras organizavo Šiaurės šalių teorinės atomo fizikos institutą NORDITA. Jis daug keliavo po pasaulį, skaitydamas paskaitas ir lankydamas savo mokinius.

1962 m. vasarą Borą ištiko mikroinfarktas. Jis atsigavo ir vėl atrodė žvalus, tačiau lapkričio 18 d., priimdamas Karlsberge svečius, pasiskundė galvos skausmu, atsigulė ir jau nebeatsikėlė.



Verneris HEIZENBERGAS (1901—1976)

V. HEIZENBERGAS — VIENAS IŠ ŽYMIAUSIŲ ATOMO IR JO BRANDUOLIO TEORIJOS KŪRĖJŲ.

Verneris Heizenbergas (W. Heisenberg) gimė 1901 m. gruodžio 5 d. Vokietijoje, Viurcburge. Jo tėvas buvo senosios graikų kalbos specialistas, profesorius. Verneris mokėsi toje pačioje Maksimiliano gimnazijoje, kaip ir Plankas, bet keturiasdešimčia metų vėliau. Matyt, tėvas jį sudomino senosiomis graikų ir lotynų kalbomis. Nors elektronas jau buvo atrastas, bet Verneriui dar teko mokytis iš fizikos vadovėlio, kuriame atomai buvo laikomi nedalomais ir vaizduojami sukibę tarpusavyje kabliukais bei kilpelėmis; gimnazistui atrodė keista, kad paprasčiausios medžiagos dalys gali turėti sudėtingą pavidalą.

Kartą per geometrijos pamoką Heizenbergas pajuto nuostabų ir jaudinantį geometrijos grožį ir suprato, kad formali šio mokslo logika atskleidžia pasaulio struktūrą. Jis apsisprendė būti matematiku.

Heizenbergui mokantis paskutinėje gimnazijos klasėje, Miunchene valdžią užgrobė komunistų ir nepriklausomų socialdemokratų sukurstyti darbininkai bei demobilizuoti kareiviai. Heizenbergas su keliais draugais įstojo savanoriais į ginkluotą pasipriešinimo būrį. Netrukus revoliucionieriai pralaimėjo, Vokietijoje buvo atkurta tvarka ir Heizenbergas įstojo į Miuncheno universitetą studijuoti matematiką. Jam fiziką dėstė žymus vokiečių mokslininkas A. Zomerfeldas. Jis pakvietė gabų antrakursį kartu su keliais kitais studentais nuvykti į Getingeną paklausyti N. Boro paskaitų kurso (minėto „Boro festivalio") ir apmokėjo jų kelionę.

Po vienos iš Boro paskaitų Heizenbergas įsidrąsino ir pateikė kritinę pastabą dėl vieno eksperimento interpretacijos. Po paskaitos Boras pasiūlė Heizenbergui pasivaikščioti dviese po Getingeno apylinkes ir išsiaiškinti tą klausimą. Jie išėjo iš senojo miesto, užlipo į miškingą kalvą, susirado kavinukę, kur gurkšnodami alų kalbėjosi apie atomo fizikos problemas, netgi apie filosofinius šios naujos mokslo srities pagrindus. Boras pakvietė Heizenbergą atvykti stažuotis į Teorinės fizikos institutą Kopenhagoje. Nuoširdus, turiningas pokalbis su įžymiu mokslininku padarė jaunuoliui didžiulį įspūdį ir nulėmė tolesnį jo gyvenimą. Heizenbergas ėmė studijuoti fiziką. 1923 m. jis baigė Miuncheno universitetą, tais pačiais metais apgynė daktaro disertaciją hidrodinamikos tema ir tapo M. Borno asistentu Getingeno universitete. Tačiau Heizenbergas nepamiršo Boro kvietimo ir, gavęs Rokfelerio fondo stipendiją, 1924 m. pabaigoje atvyko į Kopenhagą.

Iš pradžių Boro institute jis pasijuto nejaukiai: „Man buvo toli ligi šių jaunų fizikų, suvažiavusių čia iš įvairių žemynų. Daugelis iš jų kalbėjo keliomis užsienio kalbomis, tuo tarpu aš negalėjau laisvai diskutuoti nė viena. Jie pažinojo pasaulį, įvairių tautų kultūrą ir poeziją, puikiai grojo muzikos instrumentais ir, svarbiausia, daug geriau negu aš suprato to meto atomo fiziką. Man atrodė, kad aš neturiu jokios vilties būti priimtas į jų ratą“.

Vis dėlto, atkakliai dirbdamas, Heizenbergas greit vijosi kolegas ir po kelių mėnesių jau buvo saviškis. Jis netgi tapo artimiausiu Boro mokiniu, ir ištisom valandom jie dviese svarstydavo, kokia turi būti tikroji kvantinė fizika.

Kitą semestrą Heizenbergas grįžo į Getingeną vykdyti savo pedagoginių pareigų. 1925 m. gegužės mėnesį jis susirgo šienlige (alergine liga), jam ištino veidas ir teko paimti porą savaičių atostogų — aplinkai pakeisti. Heizenbergas nuvyko į nedidelę Gelgolando salą Šiaurės jūroje, netoli Danijos. Čia jis, prisimindamas pokalbius su Boru, „išreiškė jų kvintesenciją“ — suformulavo naują kvantinės mechanikos variantą. Heizenbergas atsisakė nesėkmingų bandymų aprašyti elektrono sukimąsi orbitoje ar jo šuolį iš vienos orbitos į kitą ir ėmė nagrinėti tik eksperimentais nustatomas atomų charakteristikas: spektro linijų dažnį, intensyvumą ir kt. Tuos dydžius jis surašė į lenteles ir išplėtojo matematinį metodą veiksmams su tokiais dydžiais atlikti. Į Getingeną Heizenbergas grįžo parengęs mokslinį straipsnį. Jo vadovas Bornas pasiuntė šį straipsnį į spaudą. Kartu jis atkreipė dėmesį, kad panašios skaičių lentelės naudojamos matematikoje, kur jos vadinamos matricomis. Taigi Heizenbergui išskubėjus pas Borą

aptarti savo rezultatų, Bornas kartu su savo studentu P. Jordanu ėmėsi apibendrinti jo rezultatus. Grįžęs į Getingeną ir iš Boro gavęs naujų kūrybinių paskatų, į tą darbą įsitraukė ir Heizenbergas. Taip jie trise suformulavo nuoseklią teoriją — matricinę mechaniką.

Beveik tuo pačiu metu austrų fizikas E. Šrėdingeris pasiūlė kitą kvantinės mechanikos variantą — banginę mechaniką. Jis irgi atvyko pas Borą aptarti rezultatų. Diskusijose dalyvavo ir Heizenbergas, kuris nuo 1926 m. pavasario užėmė laisvą docento vietą Boro institute. Boras matė ir vieno, ir kito teorijos varianto privalumus, tuo tarpu Heizenbergas buvo įsitikinęs savo teisumu ir laikė banginę mechaniką matematiniu triuku, neturinčiu realaus pagrindo. Laikas parodė, kad teisus buvo Boras — abu kvantinės mechanikos variantai papildė vienas kitą. Jais naudojantis, buvo galima nagrinėti ne tik paprasčiausių, bet daugiaelektronių atomų savybes. Tačiau gautų matematinių lygčių fizikinė prasmė dar toli gražu nebuvo aiški.

Tad visą 1926 m. rudenį ir žiemą tarp Boro ir Heizenbergo vyko nuolatinės ilgos diskusijos. Pirmasis neišlaikė Boras — 1927 m. vasario mėnesį jis paėmė atostogų ir išvyko slidinėti į Norvegijos kalnus. Tuo metu Heizenbergą vėl aplankė įkvėpimas, tiksliau, intuicijos blyksnis. Toks buvo jo darbo metodas — eiti ne nuoseklių apibendrinimų keliu, kas iš tikro buvo neįmanoma šioje naujoje neįprastoje srityje, bet, sukaupus tam tikrą patyrimą, staiga intuityviai įžvelgti pagrindinį rezultatą.

Šį kartą Heizenbergas atrado svarbiausią kvantinės mechanikos principą — neapibrėžtumo principą. Jis teigia, kad mikropasaulyje neįmanoma vienu metu tiksliai žinoti tam tikrų tarpusavyje susijusių dydžių, pavyzdžiui, elektrono padėties ir jo greičio. Jų neapibrėžtumų sandauga negali būti mažesnė už Planko konstantą, o ji mikropasaulyje yra gana didelis dydis.

Grįžęs iš Norvegijos, Boras vėl pradėjo ilgus ginčus su Heizenbergu ir taip jie kartu išplėtojo kvantinės mechanikos supratimą — Kopenhagos interpretaciją.

1927 m. Heizenbergas priėmė Leipcigo universiteto kvietimą dirbti teorinės fizikos profesoriumi. Europoje atsirado dar vienas kvantinės fizikos centras. Heizenbergas ir jo bendradarbiai sėkmingai pritaikė kvantinę mechaniką molekulėms bei magnetizmo reiškiniams aprašyti. 1929 m. jis kartu su Pauliu sukūrė pirmąją kvantinę lauko teoriją.

1932 m. amerikietis K. Andersonas, tuo metu dirbęs Rezerfordo laboratorijoje, atrado naują elementariąją dalelę — neutroną. Iš karto keliems fizikams — E. Majoranai, D. Ivanenkai, V. Heizenbergui — kilo mintis,

kad atomo branduolys yra sudarytas iš protonų ir neutronų. V. Heizenbergas išplėtojo tokio branduolio teoriją, įvedė naujo tipo fundamentinę sąveiką — stipriąją sąveiką, susiejančią branduolio daleles tarpusavyje, ir nustatė pagrindines jos savybes.

1933 m. V. Heizenbergui už kvantinės matricinės mechanikos sukūrimą buvo suteikta Nobelio premija. Tik įkopęs į mokslo viršukalnę, jis rado daugiau laiko asmeniniam gyvenimui sutvarkyti. 1937 m. Heizenbergas vedė Elizabet Šūmacher. Jie susilaukė daug vaikų: keturių dukterų ir trijų sūnų.

1939 m. Vokietijoje buvo atrasta urano dalijimosi reakcija. Tais pačiais metais V. Heizenbergas paskelbė straipsnį „Galimybė techniškai gauti energiją, dalijantis branduoliui". Taigi Vokietija, tuo metu valdoma fašistų, turėjo pakankamą intelektualinį ir ekonominį potencialą atominei bombai sukurti. Heizenbergas nepriklausė fašistų partijai, jis nepritarė kolegų žydų persekiojimams, tačiau, antra vertus, nenorėjo emigruoti iš Vokietijos ir liko lojalus valdžiai. Būtent jis buvo paskirtas vokiečių branduolinių tyrimų projekto vadovu.

Vokietijoje kurį laiką buvo sėkmingai vykdomi branduolių dalijimosi reakcijos tyrimai, tačiau vėliau Vokietija atsiliko, ir realūs atominės bombos kūrimo darbai čia nebuvo pradėti. Po karo, kai visa tai paaiškėjo, buvo iškelti įvairūs paaiškinimai: Heizenbergas ir kiti pagrindiniai fizikai tyčia stabdė tyrimus, nenorėdami pagaminti Hitleriui atominės bombos; jie nesugebėjo apskaičiuoti bombos charakteristikų ir nustatė nerealiai didelį jai reikalingo urano kiekį: bombą pagaminti sutrukdė sunkėjanti Vokietijos ekonominė padėtis ir Hitlerio trumparegiškumas. Tik 1992 m. buvo visiškai išslaptinti anglų slaptosios tarnybos „Inteligence Service" dokumentai, kurie pateikė svarbios medžiagos toms abejonėms išsklaidyti. Mat tuoj po karo dešimt garsiausių vokiečių, branduolio fizikos specialistų — V. Heizenbergas, O. Hanas, K. Veiczekeris ir kiti — buvo suimti amerikiečių bei anglų okupacinės valdžios ir išvežti į Angliją, Farm Holo dvarą netoli Kembridžo. Jie ten buvo izoliuoti, tačiau gyveno gana geromis sąlygomis ir galėjo laisvai bendrauti tarpusavyje. Būtent čia Heizenbergas ir jo kolegos išgirdo žinią apie JAV atominių bombų susprogdinimą Hirosimoje ir Nagasakyje. Mokslininkų pokalbiai buvo slapta įrašinėjami, bet ta informacija paskelbta tik po pusės amžiaus. 1945 m. vokiečių fizikai buvo labai nustebę ir pritrenkti — jie manė, kad atominė bomba nebuvo kuriama ir kitose valstybėse. Iš tikrųjų šie mokslininkai sąmoningai nestabdė darbų Vokietijoje, nors jų spartą lėtino daugelio žymių fizikų emigracija, o JAV bombos kūrimui pavyko sutelkti didesnes

intelektualias pajėgas. Vis dėlto svarbiausia priežastis, matyt, buvo gerokai mažesni Vokietijos ekonominiai ištekliai ir jų nulemtas nutarimas nelaikyti brangaus, ilgalaikio ir nelabai realaus projekto prioritetiniu.

1946 m. Heizenbergas grįžo į Vokietiją ir toliau ėjo Fizikos instituto direktoriaus pareigas (tiesa, tas institutas pakeitė pavadinimą — vietoj Kaizerio Vilhelmo instituto buvo vadinamas Makso Planko institutu). Heizenbergas, kaip ir kai kurie kiti garsūs fizikai, skverbėsi gilyn į mikropasaulį ir perėjo į elementariųjų dalelių fiziką. Jis atkakliai bandė rasti pagrindinį elementariųjų dalelių dėsnį — „pasaulio formulę", kuri aprašytų svarbiausias materijos savybes. 1958 m. Heizenbergas užrašė tokią formulę, tačiau, anot Boro, jo teorija nebuvo „pakankamai beprotiška", kad būtų teisinga. Deja, tie Boro žodžiai pasitvirtino.

V. Heizenbergas mirė 1976 m. vasario 1 d. savo namuose.



Enrikas FERMIS (1901—1954)

VIENAS IŠ UNIVERSALIAUSIŲ XX AMŽIAUS FIZIKŲ — E. FERMIS, DAUG PRISIDĖJĘS PRIE ATOMŲ, JŲ BRANDUOLIŲ, ELEMENTARIŲJŲ DALELIŲ IR KITŲ ŠIUOLAIKINĖS FIZIKOS SRIČIŲ SUKŪRIMO.

Fermio tėvas nebuvo baigęs aukštojo mokslo, bet dideli gabumai ir atkaklumas padėjo jam iškilti Italijos geležinkelių sistemoje ligi generalinės direkcijos valdybos viršininko bei vyriausiojo inspektoriaus postų. Motina buvo mokytoja, jaunesnė už vyrą apie 15 metų. Enrikas Fermis (E. Fermi) gimė 1901 m. rugsėjo 29 d. Romoje. Jis turėjo vyresnę seserį ir brolį. Šeima buvo draugiška, vieninga, vaikai nuo mažens pratinami prie darbo ir griežtos tvarkos.

Enrikas išsiskyrė puikia atmintimi, tad pamokoms ruošti jam reikėdavo mažai laiko, ir jis skaitydavo įvairias knygas, ne tik grožines, bet ir tiksliųjų mokslų, kurias pirkdavo iš bukinisto. Tą netvarkingą žinių kaupimą orientavo tėvo draugas inžinierius Amidėjus. Pastebėjęs neeilinius berniuko gabumus fizikai ir matematikai, Amidėjus parinkdavo geriausias, Enriko žinių lygį atitinkančias knygas. Fermis ne tik atidžiai jas perskaitydavo, bet ir išspręsdavo visas ten pateiktas užduotis. Po to jis galėjo laisvai naudotis knygoje aprašytais metodais ne tik tuoj pat, bet ir po daugelio metų.

Fermis anksti apsisprendė būti fiziku. Matematika jį domino tik kaip būdas fizikos uždaviniams spręsti. Amidėjaus patartas, jis 1918 m. įstojo į Pizos aukštąją normalinę mokyklą, rengusią inžinierius, ir kartu klausė fizikos bei matematikos paskaitų Pizos universitete. Fermio šių mokslų

žinios neretai pranoko dėstytojų žinias, o jį labiausiai dominusios naujosios fizikos teorijos — kvantinė mechanika, reliatyvumo teorija — iš viso nebuvo dėstomos. Tad jaunuolis daug ką studijavo savarankiškai ir aptardavo su kurso draugu E. Razečiu, vėliau tapusiu fizikos profesoriumi. Skaitydamas monografijas, Fermis susidurdavo su neatsakytais ar neaiškiais klausimais. Juos nagrinėdamas, jis ir atliko 1921 m. savo pirmuosius mokslinius darbus iš elektromagnetinio lauko ir reliatyvumo teorijos. 1922 m. Fermis baigė abi aukštąsias mokyklas, apgindamas du diplominius darbus: eksperimentinį — apie Rentgeno spindulių bangines savybes ir teorinį — apie Jupiterio įtaką kometų orbitoms.

E. Fermis grįžo į Romą, kur jį ėmėsi globoti Romos karališkojo universiteto Fizikos instituto direktorius senatorius O. Korbinas. Šis įtakingas mokslo ir visuomenės veikėjas nuoširdžiai rūpinosi italų fizika, todėl, įvertinęs Fermio talentą, jam padėjo tiek karjeros pradžioje, tiek vėlesniais metais; Fermis jį gerbė kaip savo antrąjį tėvą. Korbino rūpesčiu Fermis gavo stipendiją metams stažuotis užsienio mokslo centruose.

Iš pradžių Fermis dirbo Getingeno universitete su M. Bornu. Čia susipažino su V. Pauliu ir V. Heizenbergu. Tačiau, būdamas nedrąsus ir kartu savarankiškas, Fermis nepritapo prie aplinkos, kur buvo labai vertinamos „supernaujos“ idėjos, lenktyniaujama dėl jų prioriteto. Reikšmingesnė Fermiui buvo antroji stažuotės dalis Leidene pas puikų pedagogą ir mokslo organizatorių P. Ėrenfestą. Šis įžvelgė jaunojo mokslininko tikrą, originalų talentą ir atvirai pasakė apie tai Fermiui, kas suteikė jam tikėjimo savo jėgomis ir drąsos imtis esminių problemų.

Grįžęs į Italiją, E. Fermis pusantrų metų dirbo profesoriumi Florencijos universitete. Čia jis atliko pirmąjį svarbų darbą — teoriškai aprašė elektronų (ir kitų dalelių, kurioms galioja Paulio principas) statistines savybes. Nepriklausomai kiek vėliau tas pačias idėjas iškėlė ir P. Dirakas, todėl ši teorija vadinama Fermio ir Dirako statistika. Ja remdamasis, Fermis paaiškino metalų laidumą, taip pat išplėtojo apytikslį metodą daugiaelektronių atomų ir molekulių savybėms nustatyti. Vėliau Fermio ir Dirako statistika buvo plačiai taikoma kietojo kūno teorijoje, elementariųjų dalelių fizikoje ir kitose šiuolaikinės fizikos srityse. Fermis iš karto tapo žinomas mokslo pasaulyje: iš pradžių — užsienyje, vėliau — ir Italijoje.

O. Korbinas pasiekė, kad specialiai Fermiui Romos universitete būtų įkurta pirmoji Italijoje teorinės fizikos katedra. Čia apie Fermį ėmė burtis fizikai, ypač jaunimas: atvyko buvęs kurso draugas E. Razetis, ėmė lankytis aukštesniųjų kursų studentai E. Amaldis ir E. Segrė, pastarasis atsivedė savo draugą E. Majoraną. Juos traukė E. Fermio žinios, jo

sugebėjimas aiškiai ir paprastai dėstyti įvairius fizikos klausimus, tikras atsidavimas mokslui. Pokalbiai Fermio kabinete virto reguliariais seminarais, kurių metu Fermis skaitydavo mokslo apžvalgas, jis ir kiti dalyviai referuodavo naujausius fizikos atradimus, būdavo aptariamos neišspręstos problemos. Pasklidus garsui apie tą seminarą, jo dalyvių skaičius ėmė sparčiai didėti, čia pradėjo lankytis ir užsieniečiai.

Fermis buvo neginčijamas, neklystantis autoritetas, tad įgijo Popiežiaus pravardę. Iš pradžių jį taip vadino tik jo mokiniai, vėliau ta pravardė prigijo ir paplito tarp Italijos bei užsienio fizikų. Iš pirmųjų Fermio mokinių išsiskyrė E. Majorana. Jis buvo nepaprastai talentingas, bet nesugebėdavo nuosekliai ir atkakliai dirbti, iškeldavo įvairių idėjų, tačiau dažniausiai jas užmesdavo, pasiduodavo apatijai. Užtat per seminarus Majorana taikliai ir negailestingai kritikuodavo kitus, jo prisibijodavo netgi Fermis. Majorana buvo vadinamas Didžiuoju Inkvizitoriumi. (Deja, po keleto metų Majorana ėmė vis rečiau lankytis Fermio grupėje ir galop paslaptingai dingo — manoma, jog nusižudė.)

Fermis ugdė savo mokinius ne pamokymais, o savo pavyzdžiu. Stengdamiesi lygiuotis į jį, bendradarbiai pranokdavo patys save. Sekimas vadovu įgydavo netgi keistokų bruožų — Fermio mokiniai imdavo kalbėti kaip jis, t. y. žemu balsu, lėtai (kas visai nebūdinga italams), keistai moduliuodami garsus.

Ne tik mokslo, bet ir gyvenimo problemas Fermis stengėsi spręsti planingai, racionaliai. Antai jis buvo numatęs, kad jo žmona bus aukšta ir atletiška, blondinė, kilusi iš valstiečių, ilgaamžių giminės — visi keturi jos seneliai turėtų būti dar gyvi. Tačiau meilė privertė pamiršti savo nuostatas. 1928 m. Fermis vedė Laurą Kapon, nedidelio ūgio, juodaplaukę Italijos žydukę. Fizikos, ypač naujosios, ji beveik neišmanė, tad vyras specialiai jai perskaitė trumpą fizikos kursą.

1929 m. Fermis buvo išrinktas Italijos karališkosios akademijos nariu, gaunančiu gana didelę algą. Tad jis galėjo atsisakyti papildomo redaktoriaus darbo Itališkoje enciklopedijoje ir visai atsidėti mokslui.

Fizika Fermiui buvo neginčijamas prioritetas. Anot jo mokinio B. Pontekorvo, „kartais sąmoningai, bet dažniau nesąmoningai jo požiūrį į mokslinę karjerą, sportą, poilsį, šeimą, literatūrą, meną ir netgi politiką nulemdavo siekimas turėti pačias geriausias darbo sąlygas“.

Ligi 1934 m. Fermis daugiausia buvo užsiėmęs teoriniais darbais. Svarbiausias iš jų — branduolių beta skilimo teorija, kuri paaiškino, kaip vyksta šio tipo radioaktyviųjų branduolių skilimas: neutronas virsta pro-

tonu ir iš branduolio išlekia elektronas bei neutrinas. Ją formuluodamas, Fermis atrado ketvirtąją fundamentinę sąveiką, kuri reiškiasi tik tarp elementariųjų dalelių labai mažais atstumais. Nors jo teorija vartojo kvantuotųjų laukų sąvokas, tačiau buvo išdėstyta labai paprastai, atsisakant abstraktaus formalizmo, taigi suprantama net eksperimentatoriams. Sugebėjimas kurti nesudėtingus, bet efektyvius reiškinių modelius, genialus teorinių rezultatų paprastumas — būdingi teoretiko Fermio bruožai. Jis mėgdavo juokauti, kad sudėtingas formalizmas reikalingas tik „mokslo žyniams".

Ketvirtojo dešimtmečio pradžioje Fermis, nujausdamas bręstančius atradimus atomo branduolio fizikoje, ėmė ruoštis pats ir ruošti savo grupę eksperimentiniams branduolių tyrimams. Netrukus buvo atrastas neutronas, ir Fermis pirmasis suprato, kad ta neturinti elektros krūvio dalelė gali būti panaudota kaip labai skvarbus sviedinys branduolinėms reakcijoms sukelti. Kaip neutronų šaltinis buvo parinktos radioaktyviosios dujos radonas, susidarančios skylant uranui.

Fermio grupė ėmė veikti neutronais įvairius elementus bei sudėtines medžiagas. Jie rado virš pusšimčio naujų radioaktyviųjų izotopų, nustatė, kad kadmis ir boras labai stipriai sugeria neutronus. Fermis ir jo bendradarbiai įrodė, kad lėti neutronai dažnai geriau sužadina branduolius negu greiti, o juos efektyviai sulėtina vandenilio turinčios medžiagos bei grafitas.

Galų gale „fermifizikos laboratorija", kaip ji buvo vadinama, ėmė veikti neutronais ir sunkiausią gamtoje randamą elementą uraną. Taip pirmą kartą buvo sukelta urano dalijimosi reakcija. Deja, tyrinėtojai nesitikėjo stebėti naujo tipo reakciją ir urano pavyzdį buvo apgaubę aliuminio folija, norėdami sumažinti paties urano įprastinę spinduliuotę, tad ši folija sulaikė ir urano skeveldras. Fermio grupė padarė išvadą, kad eksperimento metu susidarė dirbtinis elementas, esantis periodinėje lentelėje už urano. Ta išvada irgi buvo teisinga, nes sunkesnysis urano izotopas, veikiamas neutronų, virsdavo 94-uoju elementu plutoniu, tačiau ir jo patikimai identifikuoti nepavyko.

Maždaug ligi 1936 m. fašistinis režimas Italijoje beveik netrukdė moksliniam darbui, o politika Fermis mažai domėjosi. Tačiau karas su Etiopija, Italijos dalyvavimas Ispanijos pilietiniame kare, šalyje stiprėjančios rasistinės nuotaikos ėmė neigiamai veikti mokslą. Be to, mirė Fermio globėjas Korbinas, o naujasis instituto direktorius nebuvo jam toks palankus. Kai kurie Fermio bendradarbiai išvyko dirbti į užsienį, netrukus

ir jam pasitaikė palanki proga emigruoti. 1938 m. Fermiui už eksperimentinius neutronų sąveikos su atomų branduoliais tyrimus buvo paskirta Nobelio premija. Jis išvyko į jos įteikimo iškilmes su žmona bei vaikais ir į Italiją nebegrįžo.

Keli JAV universitetai siūlė Fermiui profesoriaus vietą. Jis pasirinko Kolumbijos universitetą Niujorke. Čia buvo gera fizikos laboratorija ir elementariųjų dalelių greitintuvas — ciklotronas. Netrukus O. Hanas ir F. Štrasmanas atrado Fermio nepastebėtą urano dalijimosi reakciją, ir jis kartu su nauja grupe ėmėsi nagrinėti, kaip galima praktiškai realizuoti šio tipo grandininę reakciją. Problemos sprendimas reikalavo derinti eksperimentinius tyrimus su teoriniais įvertinimais bei skaičiavimais, o tokiems darbams Fermis neturėjo sau lygių. Tad 1941 m., JAV vyriausybei skyrus lėšų urano reaktoriui sukurti, šio projekto moksliniu vadovu tapo E. Fermis. Projekto tikslas buvo ne tik realizuoti valdomą dalijimosi reakciją, bet ir parengti praktinį būdą plutoniui iš urano tokiame reaktoriuje gauti (naudojant gamtinį uraną, kurio daugumą sudaro nesidalijantis sunkesnysis izotopas; šis, kaip minėta, veikiamas neutronų, virsta plutoniu). O plutonis, kaip ir retesnis urano izotopas, galėjo būti panaudotas kuriant atominę bombą.

Atlikę bandomuosius matavimus bei išplėtoję reaktoriaus teoriją, Fermis ir jo grupė persikėlė į slaptą Metalurgijos laboratoriją Čikagos universitete. Čia 1942 m. vasarą po universiteto stadiono tribūnomis buvo pradėtas montuoti pirmasis branduolinis reaktorius, vadintas urano katilu. Jį sudarė urano bei jo oksido, taip pat neutronus lėtinančio grafito sluoksniai. Visą laiką buvo atliekami neutronų matavimai, ir, jais remdamasis, Fermis įvertino reikalingus reaktoriaus parametrus, jo struktūrą bei dydį. Reaktoriui valdyti buvo pagaminti mediniai strypai, apkalti kadmio skarda, kuri labai efektyviai sugerdavo neutronus ir lėtindavo dalijimosi reakciją. Strypai buvo įkišami į skyles blokuose, o pagrindinis iš jų, pavadintas „mirksniu", pakabintas ant virvės virš urano katilo. Avarijos atveju reikėjo nukirsti virvę, ir „mirksnis", įkritęs į reaktorių, turėjo jį sustabdyti.

Darbams einant į pabaigą, Fermis iš anksto numatė, kada urano kiekis taps pakankamas savaiminei dalijimosi reakcijai prasidėti. 1942 m. gruodžio 2 d. urano katilas pradėjo veikti. Fizikai šventė pergalę, tačiau slaptumo sąlygomis jie negalėjo pasigirti netgi savo žmonoms. Jos veltui bandė išklausti, ką švenčia jų vyrai.

Paskui su reaktoriumi buvo atliekami įvairūs bandymai ir, jais remiantis, sukonstruoti pramoniniai plutonio gamybos katilai, kurie buvo įrengti slaptoje Henfordo gamykloje.

Kai pagrindiniai moksliniai šių darbų uždaviniai buvo išspręsti, 1944 m. rudenį Fermis išvyko į Los Alamą padėti kurti atominę bombą. Jis buvo paskirtas mokslinio vadovo J. R. Openheimerio pavaduotoju bei F skyriaus vadovu. Tas skyrius sprendė visas iškylančias problemas, kurios neatitiko kitų skyrių tematikos, antai įvertino griaunamąjį bombos poveikį.

Baigiant gaminti pirmąją bombą, kapituliavo fašistinė Vokietija ir nemaža dalis fizikų pasisakė už tai, kad bomba nebūtų panaudota karo tikslams. Deja, keturi mokslininkai ekspertai — A. Komptonas, E. Lourensas, J. R. Openheimeris ir E. Fermis — pritarė politikų siekiui ją panaudoti kare prieš Japoniją.

1945 m. liepos 16 d. Alamogordo dykumoje įvyko pirmosios bombos, pavadintos Triniti (Trejybės) vardu, bandomasis sprogdinimas. Fermis buvo arčiau negu pagrindinė stebėtojų grupė, tik už 15 km nuo bombos, ir tuoj po sprogimo labai paprastu būdu, stebėdamas, kiek toli smūginė banga nunešė mažus popierėlius, gana tiksliai įvertino bombos galią. Tada, įlipęs į tanką, jis nuvyko prie sprogimo epicentro matuoti radioaktyvumo.

Nuo 1946 m. Fermis dirbo Čikagos universitete. Jis vėl pamažu keitė savo darbų sritį: ėmė tyrinėti elementariąsias daleles ir 1953 m. su bendradarbiais atrado pirmąjį rezonansą — labai trumpai gyvuojančią dalelę. Fermis ėmėsi ir aktualių kosmologijos bei astrofizikos problemų — pirmasis įrodė, kad magnetiniai laukai vaidino svarbų vaidmenį susidarant ir vystantis mūsų Galaktikai, iškėlė kosminių spindulių hipotezę.

1954 m. vasarą, grįžęs iš Italijos, Fermis pasijuto sunkiai sergąs. Gydytojai pasakė, kad jam liko gyventi tik keletą mėnesių, ir Fermis ramiai užbaigė pradėtą rengti branduolio fizikos vadovėlį. Jis mirė 1954 m. lapkričio 28 d.

Vienas Fermio biografas pastebėjo, kad šis įžymus XX a. mokslininkas atliko ne mažiau kaip šešis atradimus, vertus Nobelio premijos (Fermio ir Dirako statistika, beta skilimo teorija, neutronų sąveikos su branduoliais tyrimai, visuma darbų apie atomų ir molekulių struktūrą, pirmojo reaktoriaus sukūrimas, naujų elementariųjų dalelių atradimai ir tyrimai). Be to, jis išugdė daug žymių fizikų, iš kurių apie dešimt irgi pelnė Nobelio premiją.



Džordžas GAMOVAS (1904—1968)

DŽ. GAMOVAS — VIENAS IŠ KOSMOLOGIJOS KŪRĖJŲ, IŠPLĖTOJĘS DIDŽIOJO VISATOS SPROGIMO TEORIJĄ. BE TO, JIS ATLIKO SVARBIŲ ATOMO BRANDUOLIO FIZIKOS IR GENETIKOS DARBŲ.

Grigorijus Gamovas (G. Gamov), vėliau vadintas Džordžu, gimė 1904 m. kovo 4 d. Odesoje. Jo tėvo ir motinos giminėse buvo gana žymių žmonių — dvasininkų, kariškių, teisėjų ir revoliucionierių. Tėvas dirbo rusų kalbos ir literatūros, o motina — istorijos ir geografijos mokytoja. Grigorijus buvo vienintelis jų vaikas, gimęs devynioliktaisiais santuokos metais. Kai jam buvo 9-eri, mirė motina, ir Grigorijus gyveno su tėvu dviese. Tėvas buvo nekoks pedagogas, nemėgstamas mokinių, savo vaiko meilės jis irgi nepelnė, nors jį lepino, tenkino visus įnorius. Pamatęs, kad berniukas domisi gamtos mokslais, tėvas nupirko jam mikroskopą ir nedidelį teleskopą.

G. Gamovas mokėsi Odesos realinėje mokykloje, kur dėstė ir jo tėvas. Vienas Grigorijaus bendraklasis vėliau prisiminė: „Gamovas buvo aukštas, už mus aukštesnis, pakumpęs, drovus blondinas, turėjo didelę suaugusio žmogaus galvą. Kartais iš jo pasišaipydavome, bet jis nemokėjo už save pakovoti, tad peštynių nekildavo. Jis skyrėsi nuo bendraamžių, bijodavo, kad jį palies ar pastums, buvo atsargus ir netgi baikštus. Dėl vaikiško balso jį erzindavo „mergaite“. Jis gerai mokėjo matematiką ir fiziką, jau buvo susipažinęs su aukštąja matematika“.

1921 m. G. Gamovas įstojo į Novorosijsko (dabar Odesos) universitetą, Fizikos ir matematikos fakultetą, tačiau po metų panoro persikelti į Petrogrado universitetą. Tėvas pardavė dalį šeimos sidabro ir parūpino pinigų. Vis dėlto jų užteko neilgam, todėl Gamovas studijavo ir kartu dirbo meteorologijos stotyje, kur reikėjo tris kartus per dieną atlikti trumpus matavimus, bet tai daryti labai reguliariai, kas 6 valandas.

Iš kurso draugų Gamovas išsiskyrė tiek ūgiu (204 cm), tiek originaliu mąstymu. Jis kartu su keliais kitais būsimaisiais žymiais fizikais — į žemesnį kursą atsikėlusiu L. Landau, taip pat D. Ivanenka bei M. Bronšteinu — sudarė studentišką grupę, vadintą „džazbandu" arba „muškietininkais". Kompanijai priklausė dar kelios jų gerbėjos studentės. Jie svarstė mokslo naujienas, kartu iškylavo, krėtė pokštus, netgi leido satyrinį sienlaikraštį.

Baigęs universitetą aukščiausiu tuo metu priimtu įvertinimu „visai patenkinamai", Gamovas bandė dirbti eksperimentinį darbą Valstybiniame optikos institute, bet tai jam nelabai sekėsi, paskui rengėsi imtis kosmologijos, tačiau staiga mirė jos kūrėjas A. Fridmanas, tada pradėjo rašyti disertaciją kito profesoriaus pasiūlyta tema iš senosios kvantinės mechanikos, bet tas darbas Gamovo netraukė ir ėjosi vangiai. Vis dėlto universiteto dėstytojai aukštai vertino potencialius jo sugebėjimus ir 1926 m. rekomendavo važiuoti keliems mėnesiams stažuotis į Getingeną. To meto biurokratai išdavė jam leidimą išvykti tik 1928 m. Vos prisistatęs būsimajam vadovui M. Bornui, Gamovas užėjo į biblioteką ir čia atkreipė dėmesį į naują E. Rezerfordo straipsnį apie branduolių alfa skilimą. Jame buvo svarstomas paradoksas, kodėl alfa dalelės iš atomo branduolio išlekia lengvai, o dvigubai didesnės energijos dalelės į jį negali įsiskverbti, yra jo atstumiamos. Gamovui kilo mintis, kad alfa dalelė gali prasiskverbti pro elektrinių jėgų sukurtą barjerą dėl savo banginių savybių. Tas reiškinys, vėliau pavadintas tuneliniu efektu, buvo žinomas kvantinėje mechanikoje ir jau naudotas sprendžiant kai kuriuos uždavinius. Gamovas pirmasis pritaikė jį atomo branduolio skilimui aiškinti. Per porą mėnesių jis išvedė formules bei atliko skaičiavimus, kurie gerai apibūdino alfa skilimo dėsningumus, ir pasiuntė straipsnį į vokiečių fizikos žurnalą. Įdomu, jog diena vėliau straipsnį ta pačia tema parengė anglas R. Gernis ir amerikietis E. Kondonas, tiesa, jie pateikė tik kokybinį alfa skilimo paaiškinimą. Dėl šios priežasties, taip pat dėl to, kad Gamovas daug energingiau propagavo savo teoriją ir įdiegė ją pagrindiniuose Europos mokslo centruose, atradimo laurai paprastai priskiriami jam vienam.

Gamovo darbas sukėlė didelį fizikų susidomėjimą ir davė pradžią daugeliui kitų tos krypties straipsnių. Po to tapo aišku, kad būtent tunelinis efektas įgalina vandenilio branduolius jungtis į helį žvaigždžių gelmėse, nors, esant tenykštėms temperatūroms, netvarkingo branduolių judėjimo greičiai nėra pakankami elektrostatinei stūmos jėgai įveikti. Dvidešimt penkerių metų Gamovas staiga tarsi meteoras įsiveržė į Europos fiziką ir tapo pripažintu mokslininku.

Grįždamas į Rusiją, jis dienai sustojo Kopenhagoje pas N. Borą. Šiam Gamovo pranešimas patiko, ir jis pasikvietė jaunąjį talentą pusmečiui padirbėti Teorinės fizikos institute. Aišku, Gamovas mielai sutiko.

Kai 1929 m. vasarą Gamovas grįžo į tėvynę, apie jo atradimus rašė „Pravda“, o Demjanas Bednas apdainavo alfa skilimo teoriją eilėmis. Netrukus Gamovas gavo Rokfelerio stipendiją metinei stažuotei Kavendišo laboratorijoje pas E. Rezerfordą. Čia jis plėtojo atomo branduolio teoriją, iškėlė idėją, kad branduolio dalelės nėra tvirtai sukabintos viena su kita, kaip buvo manoma, o sudaro tarsi judrų lašą, spaudžiamą paviršiaus įtempimo jėgų. Gamovas parašė apie atomo branduolį monografiją, kurią išleido prestižinė leidykla.

Kartu jis mėgavosi kūrybine ir asmenine laisve, bendravo su įžymiais fizikais ir garsėjo savo juokais bei taikliais ironiškais posakiais, nusipirkęs motociklą, apvažiavo Angliją ir Škotiją, su Boru slidinėjo Norvegijoje. Metai pralėkė labai greit.

Grįžęs į TSRS, Gamovas pajuto pasikeitusią situaciją — bendradarbiavimas su Vakarų Europos šalių mokslininkais jau buvo laikomas ne privalumu, o neigiamu reiškiniu. Į užsienį jo nebeleido, ne tik į stažuotes, bet ir į konferencijas. Gamovui skaitant paskaitą Mokslininkų namuose ir pradėjus kalbėti apie neapibrėžtumų ryšį, už paskaitų idėjinį turinį atsakingas marksistas atsistojo ir nutraukė paskaitą. Pranešėjas buvo griežtai įspėtas neskleisti buržuazinių teorijų.

Dirbti mokslinį darbą Gamovui dar nekliudė — jis buvo priimtas net į kelis Leningrado (dabar Sankt Peterburgas) mokslinius institutus, skaitė paskaitas universitete. Paremtas fizikos autoritetų, jis tapo jauniausiu MA nariu korespondentu. 1931 m. Gamovas vedė Liubovę Vochmincevą, gražuolę fizikę, dirbusią inžiniere optikos gamykloje.

Pasigesdamas bendravimo su žymiausiais užsienio fizikais, stiprėjant represijoms šalyje, Gamovas su žmona ėmė kurti planus, kaip pabėgti į užsienį. Jie netgi bandė baidare iš Krymo nuplaukti į Turkiją, bet buvo priešinio vėjo atnešti atgal prie kranto. Tačiau 1933 m. Gamovas gavo netikėtą pranešimą, kad TSRS vyriausybė jį siunčia į Solvės kongresą

branduolio fizikos klausimais (pavyko E. Rezerfordo ir P. Lanževeno gudrybė — jie pasiuntė kvietimą ne tiesiog jam, o vyriausybei). Aukštų partijos veikėjų užtarimu Gamovui pavyko kaip savo mokslinę sekretorę išvežti į užsienį ir žmoną. Po kongreso jis prašė pratęsti buvimą užsienyje ryšium su kvietimais skaityti paskaitas įvairiuose mokslo centruose. O 1934 m. išvyko į JAV, kur gavo profesoriaus vietą Dž. Vašingtono universitete Vašingtone. Čia Gamovas išsiderėjo dvi sąlygas: pirma, leidimą kasmet organizuoti tarptautines teorinės fizikos konferencijas, kuriose dalyvautų žymūs mokslininkai, ir antra, įdarbinti dar vieną teoretiką, „kad būtų su kuo pasišnekėti apie teorinę fiziką". Šiuo kolega tapo jaunas fizikas E. Teleris. Vėliau jis išgarsėjo kaip vandenilinės bombos „tėvas".

Prieš Antrąjį pasaulinį karą Gamovas atliko ciklą darbų, aiškindamas žvaigždėse vykstančias branduolines reakcijas ir kurdamas pirmąją žvaigždžių evoliucijos teoriją. Dalyvauti atominės bombos kūrimo programoje jis nebuvo kviečiamas, gal kaip išeivis iš TSRS. Kartu su A. Einšteinu jis nagrinėjo kai kurias karines laivininkystės problemas. Vis dėlto 1948 m., matyt, Telerio dėka, Gamovui buvo leista dalyvauti kuriant vandenilinę bombą, ir jis plėtojo jos teoriją, gavo formules, kurios ligi šiol tebėra įslaptintos.

Tuo metu Gamovas daug galvojo apie patį galingiausią sprogimą — Didįjį Visatos sprogimą. Tai, kad Visata sparčiai plečiasi — galaktikos tolsta vienos nuo kitų, — trečiojo dešimtmečio pabaigoje įrodė galaktikų spektrų stebėjimai (galaktikai tolstant nuo mūsų, jos spektro linijos pasislenka mažesnių dažnių pusėn). Tokį besiplečiančios Visatos modelį teoriškai pagrindė (nežinodamas apie stebėjimų rezultatus) Gamovo dėstytojas A. Fridmanas, remdamasis bendrąja reliatyvumo teorija. O belgų astronomas Ž. Lemetras iškėlė idėją, kad Visatos plėtimosi priežastis — kažkada įvykęs jos sprogimas.

G. Gamovas, remdamasis atomo branduolio ir elementariųjų dalelių fizika, ėmė nagrinėti Didžiojo sprogimo pradžią. Jis iškėlė hipotezę, kad, prasidedant sprogimui, Visata buvo nepaprastai karšta ir tanki. Vėliau, jai plečiantis, elementariosios dalelės ėmė jungtis į atomų branduolius. Ta cheminių elementų sintezė truko trumpai, vos keletą minučių, bet iš esmės nulėmė cheminę Visatos sandarą. Be to, nuo sprogimo pradžios turėtų būti išlikę daugybė fotonų, tačiau, Visatai šąlant, tos reliktinės spinduliuotės energija mažėjo ir dabartiniu momentu daugelis fotonų atitinka radijo bangų diapazoną.

Tą teoriją Gamovas su savo mokiniais plėtojo, tikslino, tobulino apie dešimtį metų. Vis dėlto ja nedaug kas tikėjo, kol 1965 m. atsitiktinai buvo atrasti jos numatyti reliktiniai fotonai, užsilikę nuo sprogimo pradžios. Dabar Didžiojo sprogimo teorija yra priimta daugumos mokslininkų, sukonkretinta ir apima laikotarpį nuo pirmosios sprogimo akimirkos ligi galaktikų ir žvaigždžių susidarymo.

G. Gamovas atliko dar vieną labai reikšmingą darbą. Kai 1953 m. anglų kristalografas F. Krikas ir amerikiečių biochemikas Dž. Votsonas nustatė gyvuosiuose organizmuose informaciją perduodančios DNR (dezoksiribonukleino rūgšties) struktūrą, Gamovas greit įsitraukė į šiuos tyrimus. 1954 m. jis iškėlė hipotezę, kad genetinė informacija yra užrašoma „triraidžiais žodžiais“, kurie atitinka įvairias aminorūgštis. Nauji eksperimentai patvirtino Gamovo idėją apie universalų genetinį kodą, nors biologai ligi šiol nelabai nori pripažinti, kad būtent fizikas įžvelgė gyvybės kodo paslaptį.

Tad nei už šį atradimą, nei už vėlai pripažintą Didžiojo sprogimo teoriją Gamovas negavo Nobelio premijos, nors tikrai buvo jos nusipelnęs. O daugiausia garbės ir pinigų jam suteikė... mokslo populiarinimo knygos. Gamovas turėjo didelį populiarintojo talentą. Jis parašė apie dvidešimt nespecialistams skirtų knygų apie kvantinę mechaniką, atomo ir jo branduolio fiziką, reliatyvumo teoriją ir kosmologiją, kurios buvo daug kartų leidžiamos įvairiose šalyse. Keliose knygose mokslo mįsles sprendžia tas pats simpatiškas herojus misteris C. G. H. Tompkinsas (jo inicialai atitinka tris pagrindines fizikos konstantas: *c* — šviesos greitį, *G* — gravitacijos konstantą ir *h* — Planko konstantą). Daugelį tų knygų Gamovas iliustravo pats.

Žymus mokslininkas mirė 1968 m. rugpjūčio 20 d.



Levas LANDAU (1908—1968)

L. LANDAU — VIENAS IŠ UNIVERSALIAUSIŲ XX AMŽIAUS FIZIKŲ TEORETIKŲ, SUKŪRĘS KVANTINIŲ SKYSČIŲ TEORIJĄ, ĮNEŠĘS ESMINĮ INDĖLĮ Į KVANTINĘ KIETOJO KŪNO TEORIJĄ, SĖKMINGAI DIRBĘS BEVEIK VISOSE ŠIUOLAIKINĖS FIZIKOS SRITYSE.

Levas Landau (L. Landau) gimė 1908 m. sausio 22 d. Baku mieste. Jo tėvas buvo vienos iš naftos verslovių vyriausiasis inžinierius, motina — gydytoja, ne tik praktikė, bet ir pedagogė bei mokslininkė. Jie turėjo du vaikus: vyresnę dukterį ir sūnų. Tėvas stengėsi išauklėti sūnų pavyzdingu vaiku — išmokyti muzikos, gerų manierų, paklusnumo, tačiau susidūrė su atkakliu nestandartinio vaiko pasipriešinimu ir pelnė jo nemeilę visam gyvenimui. Galiausiai tėvas paliko sūnų auklėti motinai, o savo pedagogines nuostatas taikė dukrai.

Landau negalima vadinti vunderkindu, nes, turėdamas ypatingų gabumų tiksliesiems mokslams, jis už rašinius gaudavo ne daugiau kaip trejetą (pagal tuo metu įprastą penkiabalę pažymių sistemą). Užtat dvylikos metų jis jau mokėjo diferencijuoti, o netrukus — ir integruoti. Trylikametis Levas baigė vidurinę mokyklą, tačiau tėvams atrodė, kad tokio vaiko dar negalima leisti į universitetą, tad jis kartu su seserimi mokėsi Ekonomikos technikume. Jį baigęs, Landau 1922 m. ėmė studijuoti Azerbaidžano valstybiniame universitete, iš karto dviejuose fakultetuose — fizikos ir matematikos bei chemijos. 1924 m. jis persikėlė į Leningradą — to meto Rusijos mokslo centrą — ir tęsė studijas tenykščiame universitete. Čia Landau buvo priimtas į neformalią Gamovo grupę „džazbandą“ ir vyres-

nių, labai talentingų draugų būryje formavosi kaip fizikas bei asmenybė. Landau, kaip ir kiti tos grupės nariai, turėjo pravardę — Dau, kuri jam pritapo; taip jį artimieji bei mokiniai vadino visą gyvenimą. Landau aktyviai dalyvavo grupės mistifikacijose ir išdaigose, šaipėsi iš vietinių „autoritetų", tačiau kartu labai atkakliai dirbo, studijavo ne tik vadovėlius, bet ir monografijas bei naujausius mokslo darbus. Landau buvo sužavėtas reliatyvumo teorijos, atidžiai sekė kvantinės mechanikos kūrimą ir iš karto įvertino Heizenbergo bei Šrėdingerio darbus. Dar būdamas studentas, Landau 1926 m. buvo priimtas į Fizikos ir technikos instituto aspirantūrą.

Tiesa, viena „džazbando" išdaiga vos nesužlugdė Landau mokslinės ateities. 1929 m. eiliniame „Didžiosios tarybinės enciklopedijos" tome buvo atspausdintas Maskvos universiteto profesoriaus B. Geseno straipsnis „Eteris", kuris neigė reliatyvumo teoriją ir, praėjus 25 metams po jos sukūrimo, eterį nagrinėjo kaip fizikinę realybę. Tuo metu kaip tik tarp Maskvos ir Leningrado pradėjo veikti fototelegrafinis ryšys, ir Gamovas su draugais pasiuntė Gesenui fototelegramą: „Perskaitę Jūsų aprašymą 65-ame tome, pradedame entuziastingai tirti eterį. Nekantriai laukiame straipsnių apie kaloriką ir flogistoną". Prie šio teksto buvo pridėtas piešinys — šiukšlyne tarp konservų dėžučių ir butelių su fizikos pseudoidėjų užrašais stovi naktipuodis su eteriu, o jį uosto katinas Geseno veidu. Įsižeidęs eterio gynėjas pasiskundė Fizikos ir technikos instituto vadovybei, ir Landau bei Bronšteinui „už antivisuomeninį išsišokimą" buvo uždrausta dėstyti, o du jaunesni jų kolegos visai išmesti iš instituto. Laimei, politinė byla nebuvo sudaryta.

1929 m. Landau netgi išleido pusantrų metų stažuotėn užsienyje. Didesniąją jos dalį jis praleido pas N. Borą Teorinės fizikos institute. Landau didelį įspūdį padarė čia vyravusi kūrybinė atmosfera, kolektyviniai ieškojimai, Boro, kaip vadovo ir mokytojo, žavesys. Vėliau Landau tai savitai pritaikė kurdamas savo pedagoginę sistemą ir mokyklą. Jis Borą laikė savo vieninteliu mokytoju. Boras taip pat labai vertino Landau, jo greitą mokslinę orientaciją, kritinį protą, puikų matematinių metodų išmanymą. Netrukus Landau tapo vienu iš aktyviausių Boro seminaro dalyvių.

Deja, ką tik buvo pasibaigusios kvantinės mechanikos žvaigždžių dienos — jos pagrindų kūrimo laikotarpis. L. Landau gailėjosi, kad negimė 5—7 metais anksčiau ir negalėjo tapti tų atradimų autoriumi. Jis skundėsi draugui, kad „kaip visos gražios merginos jau yra išrinktos ir ištekėjusios, taip ir visi geri uždaviniai jau išspręsti". Tiesa, kaip tik tuo metu prasidėjo labai vaisingas kvantinės mechanikos taikymas kietojo kūno

fizikoje bei kitose srityse, ir Landau sėkmingai įsitraukė į šiuos tyrimus. Būdamas užsienyje, jis atliko porą svarbių darbų — kvantinę mechaniką susiejo su reliatyvumo teorija, aprašydamas reiškinius, vykstančius labai dideliu greičiu, taip pat paaiškino kai kurias metalų magnetines savybes. Tie straipsniai atkreipė fizikų dėmesį ir sukėlė diskusijas. Landau susidraugavo su V. Pauliu, tokiu pat kritišku ir aštraus proto, kaip ir jis pats, o Kembridže susipažino su E. Rezerfordu bei jo mokiniais, tarp jų ir su ten dirbusiu rusų eksperimentatoriumi P. Kapica.

Grįžęs į TSRS, Landau tapo Leningrado universiteto profesoriumi ir kartu su „džazbando" nariais Gamovu bei Bronšteinu aktyviai siekė, kad būtų pripažinta naujoji fizika. Jie neretai susikirsdavo su nuosaikiaisiais vyresniosios kartos fizikais, ypač su Fizikos ir technikos instituto direktoriumi A. Jofe. Šis pasipriešino jaunųjų maksimalistų norui įkurti atskirą Teorinės fizikos institutą. Dėl to kilus Jofės ir Landau konfliktui, pastarasis nutarė persikelti dirbti į Charkovą, tuometinę Ukrainos sostinę, kur buvo ką tik įkurtas Ukrainos fizikos ir technikos institutas. Kartu Landau tapo vieno iš Charkovo institutų, o vėliau ir universiteto katedros vedėju.

Ukrainos FTI buvo vienintelė Tarybų Sąjungoje moderni žemųjų temperatūrų laboratorija, kuriai vadovavo iš Leideno grįžęs L. Šubnikovas. Bendradarbiaudamas su juo, Landau aiškino reiškinius, stebimus žemose temperatūrose: fazinius virsmus, superlaidumą. Be to, Landau plėtojo metalų ir puslaidininkių kvantinę teoriją.

FTI Landau organizavo du teorinius seminarus: vieną — teoretikams, kitą — eksperimentatoriams. Jis pats atrinkdavo naujus įdomiausius straipsnius, o tuos, kurie ir po įdėmaus nagrinėjimo nenustodavo savo vertės, įrašydavo į specialų „aukso fondą" ir ilgam įsimindavo (tą sąrašą jis pildė visą gyvenimą). Jis padarė išvadą, kad fizikas teoretikas gali sėkmingai spręsti kylančias problemas tik turėdamas pakankamai žinių iš matematikos bei įvairių teorinės fizikos sričių. Landau sudarė tokio teorinio minimumo programą ir parinko reikalingą literatūrą — knygas bei straipsnius. Tad norintys tapti jo mokiniais turėdavo pas Landau laikyti seriją rimtų egzaminų. Pirmasis egzaminas būdavo iš aukštosios matematikos, tiksliau, iš jos uždavinių, nes, anot Landau, teoretikas privalo laisvai taikyti matematinius metodus, nesukdamas galvos dėl jų. Per fizikos egzaminus taip pat buvo reikalaujama ne žinių, o mokėjimo jas taikyti. Landau sumanė parašyti seriją knygų, kuriose būtų nuosekliai ir sistemingai išdėstytas teorinis minimumas fizikui profesionalui.

Landau negailestingai kovojo su mokslo karjeristais ir pseudomokslininkais, aštriai pašiepdavo juos, neatsižvelgdamas į užimamą postą ir

net partiškumą. Tai sukėlė konfliktą su instituto direktoriumi ir partine organizacija bei universiteto rektoriumi. Landau buvo atleistas iš darbo.

Tuo metu Maskvoje buvo kuriamas Fizikos problemų institutas, skirtas P. Kapicai. Šis žymus eksperimentatorius ilgą laiką dirbo pas E. Rezerfordą, bet vieną vasarą, grįžęs atostogų į TSRS, nebebuvo išleistas užsienin. Jam buvo pažadėtas atskiras institutas ir didelė veiklos laisvė, o Rezerfordas leido išsivežti unikalią laboratorijos įrangą. 1937 m. Landau tapo šio eksperimentinio instituto teorinio skyriaus vadovu. Paskui mokytoją į Maskvą išvyko ir kai kurie Landau mokiniai.

Deja, Landau jau buvo pakliuvęs į KGB akiratį. Jo pažiūros keitėsi — anksčiau tikėjęs tarybinės santvarkos pranašumais, ypač mokslo srityje (stažuotės užsienyje metu Landau demonstratyviai vilkėjo raudonus marškinius), jis, vis stiprėjant Stalino represijoms, ėmė abejoti oficialiomis tiesomis. Kai vienas Landau mokinys parodė jam atsišaukimą, demaskuojantį valdžios nusikaltimus, Landau jam pritarė ir netgi, matyt, paredagavo tekstą. Atiduotas dauginti, lapelis buvo sučiuptas. 1938 m. Landau buvo suimtas ir įkištas į Maskvos vidinį kalėjimą.

Tais metais, kai buvo šaudomi visai nekalti žmonės, už tikrą antistalininį lapelį bei konfliktą su partine organizacija negalėjo būti jokio pasigailėjimo. Tačiau Landau stebuklingu būdu išgelbėjo Kapica — diktatorius kažkodėl atsižvelgdavo į šio drąsaus mokslininko nuomonę. Anksčiau Kapica buvo ištraukęs iš kalėjimo kitą žymų fiziką A. Foką. Dabar jis vėl parašė laišką J. Stalinui, įrodinėdamas, kad Landau yra „ypač talentingas" ir jo netektis atsilieptų tiek TSRS, tiek pasaulio mokslui. Vėliau Kapica parašė dar vieną laišką V. Molotovui, ir Landau buvo išduotas Kapicai jo atsakomybe, pasirašius atitinkamą raštą. Grįžęs po metus trukusio kalėjimo, tardymų bei bauginimų, Landau tapo daug atsargesnis ir visą gyvenimą jautė dėkingumą Kapicai.

Iš Charkovo Landau atsikvietė gražuolę chemikę Korą Dobrancevą, su kuria keletą metų draugavo prieš suėmimą, ir ją vedė. Jie turėjo vieną sūnų. Tiesa, Landau iniciatyva buvo sudaryta „vedybinio nepuolimo" sutartis, suteikianti kiekvienam iš sutuoktinių visišką asmeninę laisvę bei teisę į romantiškas istorijas, ir Landau, būdamas gražių moterų gerbėjas, ta teise naudojosi.

Sėdėdamas kalėjime, Landau mintyse atliko kelis mokslinius darbus. Kapicos institute, kaip ir Charkove, jis mielai bendradarbiavo su eksperimentatoriais. Tai teikdavo jam naujų kūrybinių impulsų. 1938 m. Kapica atrado įstabų reiškinį, stebimą arti absoliutinio nulio, — skystojo helio supertakumą: jis be jokios trinties prasiskverbia pro mažiausius plyšelius, indo sienelėmis tiesiog išlipa iš jo (teka ant sienelių susidariusia plėvele tarsi sifonu). Landau per porą metų sukūrė supertakumo teori-

ją — paaiškino jį kaip grynai kvantinį reiškinį. Šį darbą Landau laikė svarbiausiu savo rezultatu.

Karo metais kartu su institutu jis buvo evakuotas į Kazanę, kur sprendė karinius uždavinius, kaip antai smūginių bangų susidarymą, lėtą degimą, sprogstančių medžiagų detonaciją. Landau teko atlikti kai kuriuos skaičiavimus kuriant vandenilinę bombą. Atsisakyti to darbo jis negalėjo, tačiau, skirtingai nei dauguma kitų rusų fizikų, netgi A. Sacharovas, Landau iniciatyvos nerodė. Jam pavyko išvengti persikėlimo į specialų uždarą miestelį — jis liko dirbti moksliniame institute. O po Stalino mirties ir Berijos sušaudymo Landau tiesiai pareiškė: „Viskas, dabar aš nebebijau ir baigiu tą darbą".

Nors ir pavėluotai, Landau 1946 m. tapo TSRS MA akademiku, peršokdamas tarpinį nario korespondento laiptelį. Jis kartu su savo mokiniais aktyviai dirbo praktiškai visose šiuolaikinės fizikos srityse, jo aukšto lygio darbai buvo vertinami užsienyje, jis renkamas įvairių šalių mokslų akademijų nariu. Deja, izoliacija nuo Vakarų Europos ir JAV mokslo centrų, draudimas dalyvauti tarptautinėse konferencijose užsienyje trukdė Landau greitai įsitraukti į aktualiausių problemų sprendimą, tad svarbiausi elementariųjų dalelių ar astrofizikos atradimai jį aplenkė.

Landau sukūrė stipriausią ne tik TSRS, bet ir visame pasaulyje mokslinę teoretikų mokyklą. Tai padaryti padėjo užkrečiantis jo paties pavyzdys, garsusis Landau seminaras, teorinio minimumo egzaminai, vienas po kito leidžiami „Teorinės fizikos" tomai.

Per maždaug 30 metų Landau teorinio minimumo barjerą įveikė tik 43 fizikai, nors bandė gerokai daugiau. Kiekvienas norintis, nesvarbu, koks jo diplomas ar pareigos, galėjo kreiptis į Landau. Jam būdavo įteikiama programa, o pasirengus paskiriamas pirmasis egzaminas. Aišku, nevykėlį Landau galėjo pavaryti iš karto. Pasirengti visiems egzaminams netgi talentingam fizikui reikėdavo keleto metų, o išlaikiusiam joks pažymėjimas nebuvo išduodamas. Vis dėlto būti paties Landau pripažintu profesionalu buvo toks garbingas įvertinimas, kad jo siekdavo vis daugiau fizikų. Landau teko kai kuriuos egzaminus pavesti savo artimiausiems mokiniams, bet pirmąjį egzaminą priimdavo tik jis pats.

Landau ir jo mokinius vienijo ne tik erudicija, bet ir reiklumas, kritiškumas, ypatingas atsidavimas mokslui. Tas mokyklos stilius formavosi per ketvirtadieniais vykstančius seminarus. Juose buvo referuojami Landau iš mokslinių žurnalų parinkti straipsniai ar seminaro dalyvių darbai. Pats Landau pranešimų neskaitydavo, jis netgi sėdėdavo tarp dalyvių, tiesa, pirmoje eilėje, tačiau aktyviai vadovaudavo seminaro eigai. Pranešėjo tikslas buvo aiškiai ir lakoniškai suformuluoti problemą bei išdėstyti pagrindinius rezultatus. Ne tik Landau, bet ir kiti seminaro dalyviai

turėjo teisę bet kuriuo momentu nutraukti pranešėją, užduoti jam klausimų, pareikšti kritinių pastabų ar laidyti ironiškus komentarus, tačiau liečiančius dalyko esmę. Nesugebantis atlaikyti šios kritinės ugnies, pritrūkęs argumentų būdavo be gailesčio nuvaromas nuo lentos. Pranešimas greit užsibaigdavo ir, paaiškėjus darbo trūkumams — nepagrįstoms prielaidoms, netiksliam įrodymui ir pan., — toks darbas buvo priskiriamas patologijai. Jeigu pranešėjas priveldavo klaidų, Landau sakydavo: „To jus dar mama turėjo išmokyti", o jei būdavo paminimos kokios nors smulkmenos ar nesusiję su pagrindiniu rezultatu dalykai, pasigirsdavo replika: „Tai įdomu tik jūsų žmonai".

Seminare būdavo referuojami straipsniai iš visos fizikos — Landau mokiniai, kaip ir jis pats, stengdavosi būti universalais. Tie pranešimai ir buvo Landau pagrindinis informacijos šaltinis — mokslinių knygų jis nebeskaitė, o naujus žurnalus tik permesdavo akimis. Dirbdavo jis ne institute, o namuose, pusiau gulomis ant sofos, aplink kurią paskleisdavo daugybę prirašytų lapų su formulėmis.

Rašyti tekstų Landau nemėgo. Jo idėjas ir rezultatus paprastai aprašydavo mokiniai. Tokiu būdu Landau kartu su savo mokiniu E. Lifšicu rašė ir „Teorinės fizikos" tomus: Landau pateikdavo pagrindines idėjas ir formules, jie kartu aptardavo planą, Lifšicas parašydavo tekstą, paskui vadovas jį kritikuodavo ir taip keletą kartų, kol pasiekdavo Landau norimą tikslumą bei aiškumą. Šie tomai buvo išversti į daugiau kaip dešimtį kalbų ir tapo pagrindiniu teorinės fizikos vadovu visame pasaulyje. Be to, Landau buvo pradėjęs rašyti, taip pat su mokiniais, „Bendrosios fizikos kursą" ir „Fiziką visiems", bet suspėjo parengti tik pirmuosius šių knygų tomus. O sumanymas parašyti „Matematiką fizikams" be jiems nereikalingų bendrų teoremų taip ir nebuvo pradėtas įgyvendinti.

Kūrybinius Landau planus staiga nutraukė 1962 m. sausio 7 d. įvykusi autoavarija. Landau su bendradarbiais apledėjusiu keliu važiavo iš Maskvos į Dubną. Staigiai stabdomas lengvasis automobilis ėmė suktis ir šonu, prie kurio buvo prispaustas Landau, trenkėsi į priešpriešiais važiavusį sunkvežimį. Žymūs gydytojai manė, kad Landau gautos traumos yra nesuderinamos su gyvybe, tačiau medikų ir Landau mokinių ypatingos pastangos baigėsi stebuklu — jis pamažu atgavo fizines ir iš dalies protines galias, nors ir liko invalidas. Deja, jį kankino nuolatiniai skausmai, neleidę grįžti prie mokslinio darbo. 1962 m. Landau ligoninės palatoje buvo įteikta Nobelio premija „už kondensuotųjų aplinkų, ypač skystojo helio, teorijos pionieriškus tyrimus". Jis mirė po papildomos operacijos 1968 m. balandžio 1 d.

ASMENVARDŽIŲ RODYKLĖ

ILIUSTRACIJŲ ŠALTINIAI

p. 4, 124, 140 — Dictionary of World Biography. Chicago-London: Fitzroy Oearborn Publishers, Vol. I, 1998.

p. 8 — *Zubov V. P.* Aristotel. M.: Izdatelstvo akademii nauk SSSR, 1963.

p. 13, 31, 50, 67, 71, 76, 79, 95, 100, 130, 134, 145, 159, 166, 177 — Die berühmten Erfinder: Physiker und Ingenieure. Berlin: Kunstverlag Lucien Mazenod, 1951.

p. 17 — *Karcev V.* Traktat o pritiaženii. Moskva: Sovetskaja Rossija, 1968.

p. 21, 62 — Istorija mechaniki s drevneišich vremen do konca XVIII veka/Red.-sost. N. M. Merkulova, M. M. Rožanskaja. Moskva: Nauka, 1971.

p. 26 — *Dekart R.* Sočinenija v dvuch tommach. T. 1/Sost., red., vstup. st. V. V. Sokolova. M.: Mysl, 1989 (Ser. „Filosofskoje nasledije"; T. 106).

p. 35 — Robert Boyle on Natural Philosophy: An Essay with Selections from His Writings/By M. Boas Hall. Bloomington: Indiana University Press, 1965.

p. 40 — *Giuigens Ch.* Tři memuara po matematike. M.: Izdatelstvo akademii nauk SSSR, 1951 (Ser. „Klassiki nauki").

p. 44 — *Bogoliubov A.* Robert Guk (1635—1703). M.: Nauka, 1984.

p. 57 — *Lakur P., Appel J.* Istoričeskaja fizika. T. 1. Odessa, 1908.

p. 85 — *Amper A. M.* Elektrodinamika. M.: Izdatelstvo akademii nauk SSSR, 1954 (Ser. „Klassiki nauki").

p. 90 — *Paul A. Tipler.* Physics. New York: Worth Publishers, Inc, 1976.

p. 106 — *Charlot R., Gougeon J., Walter C.* Physique. Paris: Belin, 1982 (Collection A. Cros).

p. 110 — *Kudriavcev P.* Istorija fiziki. I tom. Ot drevnosti do Mendelejeva. M.: Gosudarstvennoje učebno-pedagogičeskoje izdatelstvo ministerstva prosveščenija RSFSR, 1956.

p. 114, 119 — Physics Today, March, 2001.

p. 151 — Physics Word, December, 1999.

p. 171 — *Enriko Fermi.* Naučnyje trudy. T. II (1939—1954). M.: Nauka, 1972 (Ser. „Klassiki nauki").

p. 182 — *Bessarab M.* Landau. Stranicy žizni. M.: Moskovskij rabočij, 1990 (Ser. „Tvorcy nauki i techniki").

Fizika, tirianti bendriausius gamtos dėsningumus, visais laikais traukė genijus, tad jos kūrėjų gretoje – įžymiausi pasaulio mokslininkai Archimedas, Galilėjus, Niutonas, Einšteinas ir kiti, kurie turėjo didelę įtaką ne tik fizikos, bet ir kitų mokslų, visos mūsų civilizacijos raidai. Knygoje pateikiamos trisdešimt šešių garsiausių visų laikų fizikų biografijos, aprašomi svarbiausi jų atradimai, titaniškos pastangos suprasti pasaulį.